

HALI TASARIMI VE TEKNOLOJİSİ - I

EDİTÖR

PROF.DR. HATİCE KÜBRA KAYNAK

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak Tasarım / Cover Design • Özge EMİRKADI

İç Tasarım / Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2025

ISBN • 978-625-8682-72-4

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruvenyayinevi.com

e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 42488

HALI TASARIMI VE TEKNOLOJİSİ - I

EDİTÖR

PROF. DR. H. KÜBRA KAYNAK

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

HALI ÜRETİMİ VE MALZEMELERİ 1

Memik Bünyamin ÜZÜMCÜ

Burak SARI

BÖLÜM 2

AXMINSTER HALI ÜRETİM TEKNOLOJİSİ 25

Cemile Emel YAZ

Gülbin FİDAN

BÖLÜM 3

HALIYA UYGULANAN MEKANİK ETKİLERİN TESPİTİNDE
KULLANILAN PERFORMANS TESTLERİ..... 37

Gülbin FİDAN

Hatice Kübra KAYNAK

BÖLÜM 4

TÜRK HALILARINDA KULLANILAN MOTİFLER 53

Nazan AVCIOĞLU KALEBEK

BÖLÜM 5

HALI TASARIMDA YAPAY ZEKÂ KULLANIMI..... 65

Zehra Sarıoğlu ŞAHİN

Bünyamin ÜZÜMCÜ

Halil İbrahim ÇELİK

BÖLÜM 6

HALI ÜRETİMİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK 85

Lutfullah Sabri BOZKURT

Esin SARIOĞLU

Memik Bünyamin ÜZÜMCÜ



HALI ÜRETİMİ VE MALZEMELERİ

“ ”

Memik Bünyamin ÜZÜMCÜ¹

Burak SARI²

¹ Gaziantep Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi G.T.S. Halı Tasarımı Programı,
ORCID: 0000-0002-5741-1199

² Bitlis Eren Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Geleneksel Türk El Sanatları Bölümü,
ORCID: 0000-0003-3079-6153

1. GİRİŞ

Evlerimizin vazgeçilmezi ve günlük hayatımızın önemli parçalarından birisi olan halı eski zamanlardan bu yana en önemli tekstil ürünlerinden birisidir. Kültürel ve coğrafi farklılıklar ile birlikte şekilleri, desenleri ve hammaddeleri değişiklik gösterse de genel olarak benzer amaçlara hizmet etmektedirler. Örneğin, soğuk bir iklime sahip bir bölgenin halısını oluşturan hammaddenin soğuğa karşı koruyucu özelliğe sahip olması beklenirken, nemli bir bölge için bakteri ve mantara karşı dayanıklı bir hammadde seçimi öncelik teşkil etmektedir. Ancak, farklı hammaddeler ile üretilmiş ve farklı kültür öğelerini üstlerinde taşıyor olsalar da yaşam alanlarının önemli bir tamamlayıcısı hükmündedirler ve günün ihtiyaçlarına göre şekillenmektedirler.

Türkçedeki halı sözcüğünün kökeni incelendiğinde, kelimenin genel anlamda “çeyiz” sözcüğü için ve kalıcılığı ifade eden “*kali*” dan türediği literatürde ifade edilmekte olup benzer kelimelerin; Bulgarca (*Haliya*), Çekçe (*Halina*), Sırpça (*Halina*) ve Farsça’da (*Kalice*) da aynı anlamda kullanıldığı bilinmektedir (Yılmaz, 2018). Literatürdeki bir başka çalışmada ise halı kelimesi (düğümlü halılar) için önceleri farklı kelimeler kullanılmaktayken, M.S. 800 yıllarından itibaren “*gelim, kilim, qhalı, halı, palaz, ve zulus*” gibi sözcüklerin kullanıldığı ve bunlardan kilim ve halı kelimelerinin günümüze kadar ulaştığı belirtilmektedir (He, 2019). Günümüzde İngilizce terminolojide de bir fikir birliğine ulaşılamamıştır. Türkiye’de “*rug*” kelimesi kilim gibi yaygıları anlatmada kullanılırken, “*carpet*” kelimesi havlı/düğümlü halıları ifade etmektedir. Ancak Amerika’da bu terimlerden “*carpet*” duvardan duvara halıları, “*rug*” ise daha küçük yapıdaki kolay taşınabilen ürünleri ifade etmek için kullanılmaktadır. Dolayısıyla, günümüzde bile, dünyada halı için genel bir terminoloji oluşmadığı rahatlıkla söylenebilir.

Yapısı nedeniyle kalıcılığın beklendiği bu ürününün genel özelliklerinin anlatılmaya çalışılacağı bu bölümde, halının yapısı, hammaddeleri, üretim yöntemleri ve Türkiye’deki halı piyasası hakkında temel bilgiler verilecektir.

2. HALININ TARİHİ

Halının ilk üretimiyle ilgili net bir bilgi bulunmasa da farklı kaynaklardan edinilen bilgiler doğrultusunda M.Ö. 5.-7. yüzyıllar arasında var olduğu bilinmektedir. Günümüze kadar ulaşmayı başarmış ilk halı örneklerinden olan Pazırık halısı (Şekil 1), Altay dağlarındaki bir kurganda bulunmuştur. M.Ö. 5. yüzyıladayandırılan bu halının motiflerinin incelenmesi sonucunda Ahameniş kültürünün izlerini taşıdığı ve kullanılan motiflerin Zerdüştlük ve Mitraizm inançlarını sembolize ettiği belirtilmektedir (Ladan & Kaner, 2023). Ancak, üretim tekniği incelendiğinde, kullanılan

Türk düğümünün varlığı, motiflerin başka bir kültüre ait olması ihtimaline rağmen, dokumanın Türk toplulukları tarafından yapılmış olabileceğini göstermektedir (Böhmer & Thompson, 1991).



Şekil 1. Pazırık halısı (Dede, 2021)

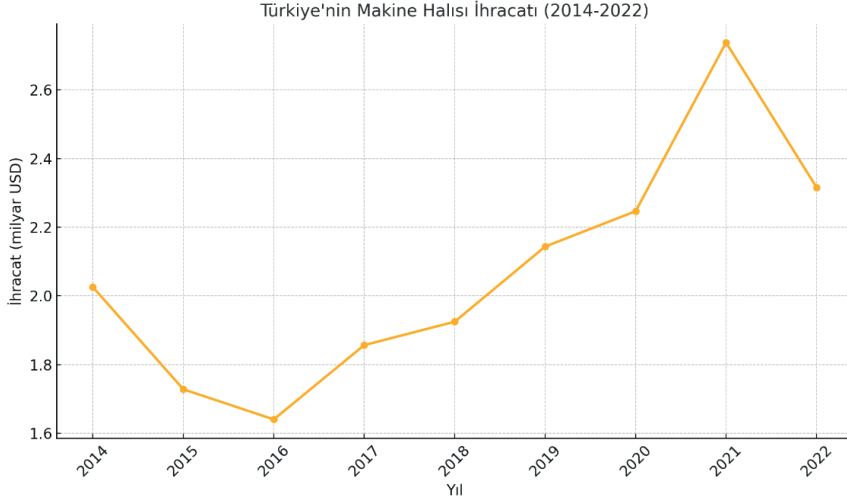
Çin'in Xinjiang bölgesinde yapılan kazılarda elde edilen halı kalıntıları Pazırık halısından yaklaşık 2-3 yüzyıl eskiye dayanmaktadır. Bu bulgular da düğümlü halıların M.Ö. 7. Yüzyılda Taklamakan Çölü vahalarında üretilmekte olduğunu ve halı üretiminin binlerce yıldır süregelen bir gelenek olduğunu göstermektedir (He, 2019).

Ülkemizde halı üretimi farklı dönemlerde farklı boyutlara evrilmiş olsa da halıcılık önemli bir zanaat olarak önemini korumaya devam etmiştir. Her ne kadar 1950'lerden sonra diğer yaygı türlerinin üretiminin azalması ve havlı makine halılarının üretimindeki artış dikkat çekici olsa da Türk halısı ve Türk halıcılığı, günümüzde hâlâ önemli bir yere sahip olmakla birlikte potansiyeline tam anlamıyla ulaşamamıştır (Avcıoğlu Kalebek vd., 2014).

3. ÜLKEMİZDE VE DÜNYADA HALI PİYASASI

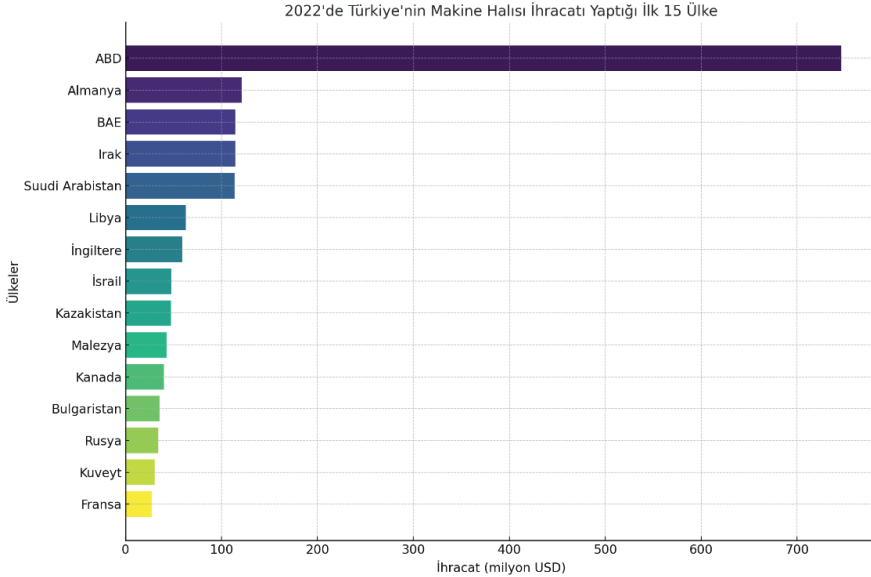
Halının tarihiyle ilgili bölüm incelendiğinde Türkler için halının ne denli önemli olduğu görülmektedir. Anadolu, geçmişten günümüze el dokumaları için önemli bir yere sahiptir. Günümüzde de makine halısı üretiminde, Türkiye ve özellikle de Gaziantep dünyada önemli bir konuma sahip hale gelmiştir. Şekil 2'de ülkemizin makine halısı ihracat verileri yer almaktadır. Buna göre, makine halısı ihracatının 2.7 milyar \$ seviyelerine kadar (2021 yılında) çıktığı görülmektedir. Dünyadaki tüm halı türleri (tufting, makine, el dokuma vs) için 2025 yılında 50 milyar \$ civarında bir

pazar büyüklüğü olduğu göz önüne alındığında bu oldukça etkili bir seviyedir. Bu pazarda Türkiye, Çin ve Hindistan dünyada en büyük paya sahip ülkeler konumundadırlar (Halı Sektörü Raporu, 2022; *ITC Trade Map - Carpets*, t.y.).



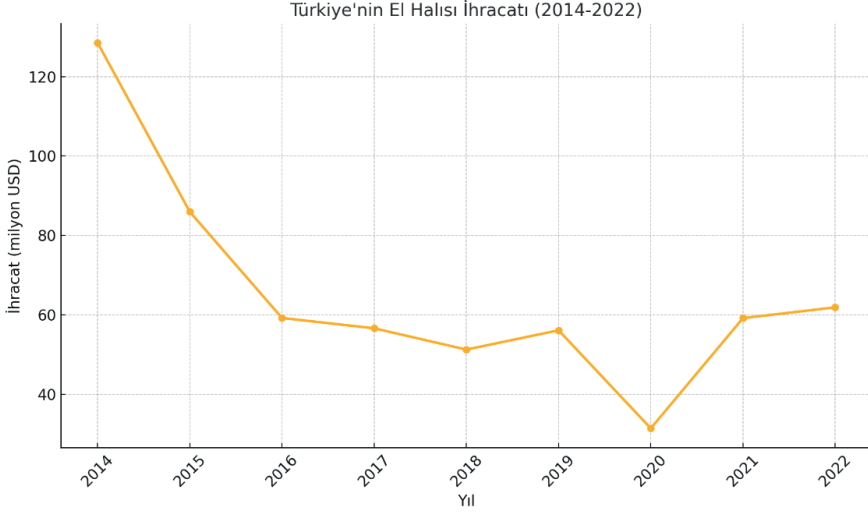
Şekil 2. Ülkemizin yıllara göre halı ihracat değerleri

Ülkemizin en fazla makine halısı ihracatı yaptığı ülke Amerika olurken (2022 yılı için ~746 milyon \$), onu Almanya ve Birleşik Arap Emirlikleri takip etmektedir (Şekil 3). Grafikte yer alan ve makine halısı ihracatının en fazla yapıldığı ilk 15 ülkenin tüm ihracat içindeki payı yaklaşık olarak % 70,7'dir (Halı Sektörü Raporu, 2022).



Şekil 3. Makine halısı ihracatı yapılan ülkeler ve miktarları

Ülkemizin el halısı ihracatı incelendiğinde ise 2014 yılından 2022 yılına kadar yaklaşık yarı yarıya bir azalma olduğu görülmektedir (Şekil 4). Bu ürün çeşidinde de en fazla ihracat ABD'ye gerçekleşirken, bu ülkeyi sırasıyla İtalya ve Rusya Federasyonu izlemiştir (Halı Sektörü Raporu, 2022).



Şekil 4. 2014-2022 yılları arasında el halısı ihracatının değişimi

4. HALININ YAPISI

Günümüzde halılar ve özellikle makine halıları üç katmandan oluşmaktadır. Bunlar:

- Hav
- Zemin
- Arka yüzey kaplama katmanlarıdır.

Havlı bir dokuma yapısı olan halıların hav katmanı kullanıcı için en önemli bölgeyi oluşturmaktadır. Çünkü bu bölüm hem temas edeceği yüzeyi oluşturacak hem de kullanılacak bölgenin dekoratif özelliklerine görünümüyle katkı sağlayacaktır. Bu katmanda farklı lifler kullanılabilmekte ve yapısal değişikliklere gidilebilmektedir. Kesik hav (Cut-pile), bukle veya havın uzun kullanıldığı hav yapıları makine halısı üretiminde gerçekleştirilebilen hav yapı çeşitleri arasında yer almaktadır.

Halının diğer bir önemli katmanı, havları üzerinde taşıyan ve dokunun zeminini oluşturan dokuma yüzey kısmıdır. Burada iki set iplik kullanılmakta ve makine halıcılığında, genellikle çerçeveli bir sistem ile oluşturulmaktadır. Bu bölgede kullanılan iplik halı yüzeyinde, havlı bir halı yapısıysa, genellikle

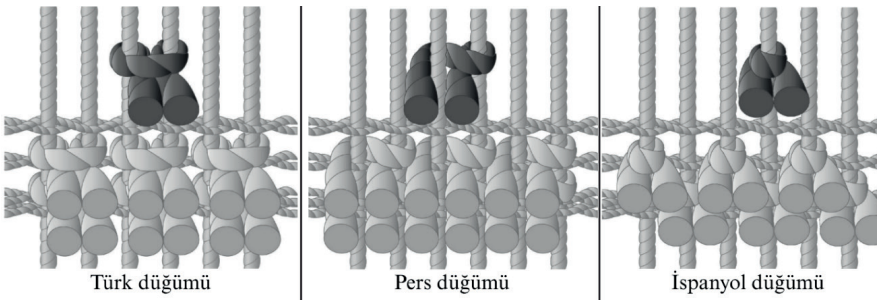
görülme-yen kısımdır. Ancak bu bölgede kullanılan ipliklerin halının kullanımı sırasında yeterli dayanıma sahip yapıda olması gerekmektedir.

5. HALI ÜRETİM TEKNİKLERİ

Halı olarak adlandırdığımız havlı tekstil yüzeyleri farklı teknik ve sistemler ile üretilmektedir. Makine halısı, el halısı veya tufting halılar (Bir makine halısı çeşidi olsa da ayrı bir kategoride incelenmektedir) başlıca farklı teknikler olarak birbirlerinden ayrılabilir. Bu bölümde makine halısı ve el halısı olarak iki kategoride üretim teknikleri incelenmiştir.

5.1.El Halısı Üretimi

El halısı üretimi binlerce yıldır süregelen bir gelenek olup, günümüzde de varlığını sürdürmektedir. Gerek havlı yapılar gerekse de havsız olan dokuma halı türevleri, geleneksel tekniklerle üretilmektedir. El halısı üretiminde en önemli kısım havı oluşturan düğümlerin atılmasıdır. Geçmişten bu yana kullanılan çeşitli düğüm türleri bulunmaktadır. Farklı özellikler ile sonuçlanan bu türlerden en yaygın olanları Fars (Pers) düğümü, Türk düğümü olarak da bilinen Gördes düğümü, İspanyol düğümü, Hint düğümü ve Tibet düğümüdür. Bu düğümler arasındaki fark, hav ipliğinin zemin yapısını oluşturan iplikler ile nasıl bir geometri ile bir araya geldiğidir (Şekil 5). Bu düğüm çeşitlerini kullanarak dokumacılar yüzlerce yıldır bilgi ve geleneklerini, duygu ve düşüncelerini, inançlarını halılara tıpkı dijital bir görseldeki pikseller gibi tek tek bir araya getirerek aktarmayı başarmışlardır (Serrano vd., 2021). Zahmetli bir üretimi olan bu halılarda ipek, yün gibi özel lifler kullanılabilen ve doğal boyalar tercih edilerek belirli bir müşteri kitlesine hitap eder hale getirilebilmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. El halısı üretiminde kullanılan farklı düğüm çeşitleri (Öztürk, 2025)



Şekil 6. El Halısı Üretimi (Canva Stok Fotoğrafları kullanılmıştır)

5.2. Makine Halısı Üretimi

Geleneksel halı üretiminde elle düğümler atarak yapılan hav oluşturma işlemi günümüzde makineler yardımıyla yapılabilir hale gelmiştir. Böylelikle daha kısa sürede, daha az maliyetle halı üretimi mümkün kılınmıştır. Özellikle jakarlı dokuma sisteminin geliştirilmesi, desenlendirme olanaklarının sınırsız bir hale gelmesini sağlamıştır.

Düz dokumada desenlendirme çözgü ipliklerine verilen hareketle gerçekleştirilmektedir. Böylelikle çözgü iplikleri arasında oluşturulan boşluktan (ağızlık) atkı ipliği kumaşa eklenir ve tefeleme hareketiyle çözgü ve atkı iplikleri bir bütün haline getirilebilir. Bu sistemlerde desenlendirme çözgü ipliklerini taşıyan çerçeve sayısı ve bunların oluşturabildikleri kombinasyonları ile sınırlandırılmıştır. Daha sonra geliştirilen jakar sistemi çözgülerin bireysel hareket ettirilmesine olanak verdiği için, dokumada oluşturulabilecek desen miktarını da arttırmıştır. Böylelikle dokumada desenlendirmede büyük bir yol kat edilmiştir.

Genel olarak, makine halısı üretiminde kullanılan teknikleri şu şekildedir:

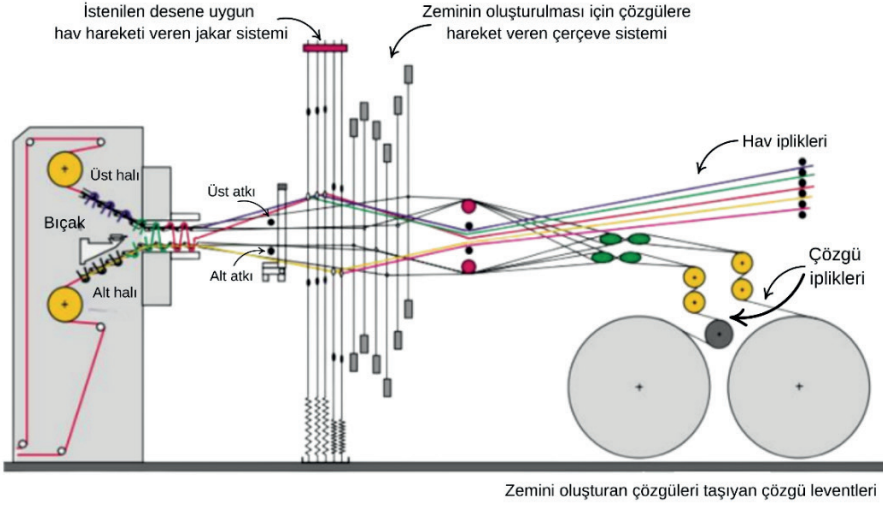
- Wilton dokuma tekniği
- Axminster dokuma tekniği
- Tufting (tüfte) tekniği

Wilton tipi halı üretiminde iki farklı yöntem bulunmaktadır. Bunlardan birincisi olan tel çubuklu *Wilton* halı üretiminde dokuma işleminde çözgü iplikleriyle zemin dokunurken jakarlı sistem bu zemine tutturulan havları istenilen desene uygun olarak oluşturmaktadır. Burada hav oluşumuna yardımcı tel çubuklar bulunmakta, havlar oluşturulduktan sonra tel çubuklar hav içerisinden alınarak üretim tamamlanmaktadır (Şekil 7). Havlar velur, ya da bukle olarak üretilebilmekte ve tel çubukların yerleşim ayarıyla hav yüksekliği belirlenmektedir (Dalcı, 2006).



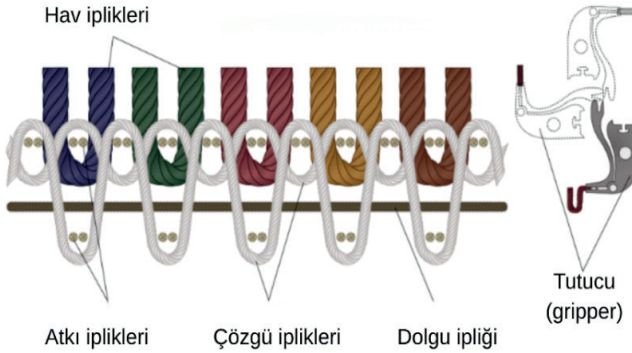
Şekil 7. Telli *Wilton* tipi halı yapısı (Sarioğlu vd., 2019)

Wilton tekniğinin bir diğer halı üretim yönteminde ise, yüz yüze bakan iki aynı desenli halı birlikte üretilmekte, üretimin son aşamasında ise bir bıçak yardımıyla halılar birbirinden ayrılmaktadırlar (Şekil 8). Bu sistemde hav ipliklerini kontrol eden bir jakar tertibatı ve çözgü iplikleri için çerçeveleri hareket ettiren bir ağızlık açma mekanizması bulunmaktadır. Tefeleme öncesi atkı atma işini ise genellikle kanca sistemleri yerine getirmektedir. İki halı aynı anda üretildiğinden genellikle iki kanca kullanılmakta ve açılan iki ağızlığa atkı yerleşimi yapılarak tefeleme adımına geçilmektedir. Üç kancalı sistemlerin kullanımıyla da aynı anda velur ve bukle kombinasyonları elde edilebilmektedir (Yaz, 2021).



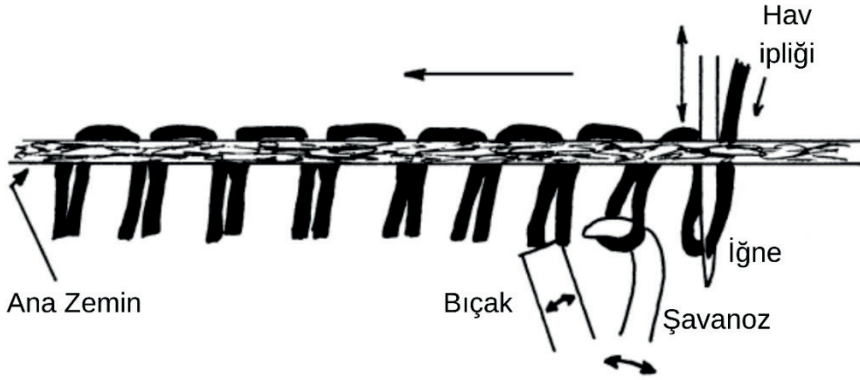
Şekil 8. Wilton yüzüze halı üretimi (Yaz, 2021)

Axminster halı üretim sisteminde hav iplikleri cağılıktan alınarak ilk olarak renk seçici bölüme alınır, burada kullanılacak renk adedince farklı renklerde iplik bulunmaktadır. Bir tutucu (gripper) buradan desene uygun olan renkteki ipliği alır ve yaptığı salınım hareketiyle onun halının içerisinde U şeklinde yerleşimini gerçekleştirir (Şekil 9). Böylelikle velur halı üretimi yapılmaktadır (Demey, 2009).



Şekil 9. Axminster Halı yapısı ve tutucunun görünümü (Woven v/s Tufted Carpets - The Floorist, t.y.)

Tufting halı üretim sistemlerinin çalışma prensibi dikiş makinelerinininkine benzemektedir. Makine boyunca uzanan iğneler ipliği bir zemin kumaş içerisinde geçirmekte, şavanoz adı verilen kanca benzeri parça ise iğne geri çekilirken ipliğin etrafına sarılmasına ve böylelikle buklenin oluşumuna yardımcı olmaktadır. Sisteme bir de bıçak eklenmesi ile velur hav tipi de üretilebilmektedir (Şekil 10) (Duran, 2004; Moody & Needles, 2004a).



Şekil 10. Tufting sisteminin çalışma prensibi (Moody & Needles, 2004a)

6. HALI ÜRETİMİNDE KULLANILAN LİFLER

Halı üretiminde tercih edilen lif türleri, zaman içerisinde teknolojik gelişmeler, ekonomik koşullar ve kullanıcı alışkanlıklarına bağlı olarak önemli bir dönüşüm geçirmiştir. Günümüzde dünya genelinde üretilen halıların büyük bir bölümü sentetik liflerden imal edilmektedir (The Carpet and Rug Institute, 2017). Özellikle naylon, polyester ve polipropilen esaslı iplikler, halı sektöründe yaklaşık %90'lık bir kullanım oranına sahiptir (World Floor Covering Association WFCA, 2024). Bu yüksek oran, sentetik liflerin sektördeki baskınlığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Buna karşılık doğal liflerin toplam kullanım payı oldukça sınırlı düzeydedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde doğal liflerden üretilen halıların oranı %1'in altındadır (Cunningham & Miller, 2022). Yine de yün, pamuk, jüt ve sisal gibi doğal kaynaklı lifler, halıcılıkta tarihsel olarak önemli bir yer tutmakta; belirli kullanım alanlarında geleneksel üretim pratikleri içinde varlığını sürdürmektedir (Goswami, 2018). Bu bölümde, halı üretiminde kullanılan sentetik ve doğal lifler, mevcut eğilimler çerçevesinde sınıflandırılarak ele alınacaktır.

6.1. Sentetik Lifler

Küresel tekstil sektöründe sentetik liflerin artan hâkimiyeti, halı üretiminde de belirleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır. 2022 yılında dünya genelinde 67 milyon ton olan sentetik elyaf üretimi, 2023 itibarıyla 75 milyon tona ulaşmıştır (Textile Exchange, 2024). Bu yükseliş, üretim hacmi açısından sentetik liflerin tekstil pazarındaki baskınlığını pekiştirmiştir. Özellikle polimer bazlı liflerin fiziksel ve kimyasal yapılarının modifiye edilebilmesi bu eğilimi destekleyen başlıca etkenlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Moody & Needles, 2004b). Halıcılık özelinde düşünüldüğünde, sentetik lifler yalnızca mevcut üretim altyapılarıyla olan uyumları nedeniyle değil;

aynı zamanda bazı türlerinin (özellikle naylon 6 ve polyester) endüstriyel ölçekte geri dönüştürülebilirlik kapasitesi sayesinde de öne çıkmaktadır (Cunningham & Miller, 2022). Bu yönüyle, döngüsel ekonomi yaklaşımlarına entegre edilebilen sentetik lifler, sektördeki sürdürülebilirlik stratejilerinde giderek daha fazla yer bulmaktadır.

6.1.1. Poliamid Lifleri

Poliamid esaslı lifler, halı üretiminde en yaygın kullanılan sentetik malzeme gruplarından birini oluşturmaktadır. Özellikle Poliamid 6 ve Poliamid 6.6 türleri, kimyasal yapıları ve performans karakteristikleri nedeniyle zemin kaplama sektöründe geniş bir kullanım alanına sahiptir (Heisterberg-Moutsis vd., 2017). Poliamid üretiminde kullanılan farklı yöntemler, liflerin elastikiyet, aşınma direnci ve boyanabilirlik gibi özelliklerini doğrudan etkilemektedir (Mukhopadhyay, 2009). Poliamid liflerinin yüksek aşınma direnci, düşük nem emme kapasitesi, güçlü elastikiyet ve yüzeydeki formunu koruma kabiliyeti, onları özellikle ticari alanlar gibi yoğun kullanım gerektiren ortamlarda tercih edilen bir seçenek haline getirmektedir (“Carpet Fibers”, 1967). Poliamid liflerinin halıcılık alanında tercih edilmesinde en önemli teknik etkenlerden birisi de rezilyans, yani lifin ezilmeye karşı gösterdiği elastik geri kazanım yeteneğidir. Bu özellik, halı havlarının kullanım sonrası yeniden dik konumuna dönmesini sağladığı için, özellikle yoğun trafiğe maruz kalan ticari alanlarda kritik önem taşımaktadır (Radhakrishnaiah, 2005). Literatürde yer alan Martindale aşınma testleri, Poliamid 6.6 esaslı halıların 40.000 aşınma devrine kadar yüzey dayanımı gösterebildiğini ortaya koymaktadır (Shamey & Sinha, 2003). Poliamid halı iplikleri hem filament hem de stapel formda üretilebilmekte olup, filament formdaki iplikler genellikle ilmek havlı tufting halılar için tercih edilmektedir. Yüksek renk haslığına sahip olan poliamidler, boyanabilirlik açısından avantaj sağlasa da leke tutma eğilimleri nedeniyle üretim sonrası leke itici işlemlerle desteklenmektedir (Chaudhuri, 2018). Tüm bu özellikleriyle poliamid, hem fiziksel performansı hem de işlem esnekliğiyle halıcılıkta teknik açıdan stratejik bir lif olarak konumlanmaktadır.

6.1.2. Poliester Lifleri

Poliester (PET) lifleri, halı üretiminde özellikle iç mekan uygulamalarında ve dekoratif ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu lifler, düşük maliyeti, boyutsal kararlılığı, yumuşak tutumu ve leke tutmama özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Özellikle iç mekan tipi tufting halılarda stapel formda kullanımı daha yaygındır; çünkü filament formdaki lifler yapısal olarak kolay ezilir ve geri kazanım yeteneği düşüktür (Moody & Needles, 2004b). Yapılan çalışmalar, poliesterin mekanik dayanımının yüksek, ancak elastikiyet ve yaylanma etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu eksiklik, genellikle daha uzun hav yapıları ile dengelenmeye çalışılırken, üç boyutlu yüzey

yapılarında kullanılan tekstüre poliester ipliklerin kuru ortamlarda daha yüksek yapısal stabilite sağladığı ve bu sayede aşınmaya karşı dirençli, formunu uzun süre koruyabilen bir yüzey oluşturduğu belirtilmektedir (Erdogan vd., 2023). Bununla birlikte, poliesterin hidrofobik doğası, yağ bazlı lekelerin yüzeyde kalmasına neden olabilir. Boyanabilirlik açısından, lifin yüksek kristalinliği nedeniyle özel boyama teknikleri (taşıyıcı sistemler veya yüksek sıcaklık) gerekmekte ve doğru yöntem uygulandığında yüksek renk haslığı sağlanabilmektedir (Militky, 2009). Poliesterin estetik ve ekonomik avantajlarının yanında, çevresel sürdürülebilirlik yönünden de dikkat çekici gelişmeler yaşanmaktadır. PET liflerin dünya elyaf üretimindeki payının yaklaşık %57 olduğu, bu liflerin %12'sinin ise geri dönüştürülmüş PET (rPET) kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Textile Exchange, 2024). rPET formunda üretilen poliester, karbon ayak izini azaltmakta ve halıcılıkta döngüsel ekonomiye katkı sağlamaktadır (Rose, 2017). Bu yönüyle poliester, yalnızca fonksiyonel değil, aynı zamanda çevresel sorumluluk çerçevesinde de dikkate değer bir sentetik liftir.

6.1.3. Akrilik Lifleri

Akrilik lifler, temel bileşeni akrilonitril olan kopolimerlerden elde edilir; sülfon grupları içeren monomerler eklenerek boyanabilir hale getirilir. %85'in üzerindeki akrilonitril içeriği "akrilik", %35-85 arası içerik modakrilik olarak sınıflandırılmaktadır. Bu lifler genellikle yaş veya kuru eğirme yöntemleriyle üretilir; eriyik eğirme yapılamaz çünkü yüksek sıcaklıklarda bozulurlar (B. S. Gupta & Afshari, 2009). Halıcılıkta kullanılan akrilik lifleri, yün benzeri hacimli, yumuşak ve doğal dokulu lifler şeklinde üretilmektedir. Bu lifler genellikle stapel formda kullanılır ve kıvrıcıklandırma süreçleri sayesinde hacimli, esnek yapılar elde edilir (Masson, 1995). Bununla birlikte, düşük statik yüklenme testleri, akrilik halıların yaklaşık %74-93 oranında geri kazanım sağladığını ve bu özelliğin naylon ve yüne kıyasla düşük kaldığını ortaya koymaktadır (Korkmaz & Kocer, 2010). Bu nedenle yoğun trafiğe maruz kalan alanlar için ideal değildir. Akrilik liflerin aşınma ve pilling direnci orta düzeyde olup, yünle kıyaslandığında benzer performans sergileyebilirler. Akrilik halılar ev tipi kimyasallara ve güneş ışığına karşı dayanıklıdır. Kolay boyanma özelliklerine, geniş renk yelpazesine ve iyi haslık özelliklerine sahiptir (Bajaj, 1997). Bu nedenle, akrilik lifler yatak odası gibi az kullanılan alanlardaki halılar ve dekoratif yün alternatifi ürünlerde tercih edilmektedir; teknik olarak dayanım değil, estetik, konfor ve yumuşaklık ön plandadır.

6.1.4. Polipropilen Lifleri

Polipropilen, düşük maliyeti, suya ve güneş ışığına karşı direnci, kimyasal inertliği ve hafif yapısı sayesinde iç mekân halıcılığında önemli bir sentetik lif haline gelmiştir. İlk olarak halı tabanlarında kullanılan bu lif, zamanla düşük-orta yoğunluktaki iç mekân uygulamalarında hav

ipliği olarak da yer edinmiştir (Chaudhuri, 2018). Ancak rezilyansının düşük olması nedeniyle çoğu polipropilen halı, kısa havlı ve sıkı ilmekli olarak üretilir. Bu yapı, özellikle düşük trafik alanlarında ve hafif ticari uygulamalarda performansını yukarı çekmektedir (Kadolph & Marcketti, 2017). Polipropilen, nem emmeyen yapısıyla su bazlı lekelenmelere karşı yüksek direnç gösterirken, yağ bazlı kirleticilere karşı zayıf kalabilmektedir. Halının kütle hacmi/ağırlık oranı açısından üstün kaplama sağlaması, onu düşük maliyetli ama verimli bir alternatif yapar. Bu lifin başlıca avantajları arasında leke ve güneş ışığına karşı dayanıklılık, düşük nem emme kapasitesi ve kimyasallara ve sürtünmeye karşı iyi dayanım yer alır (Phillips & Ghosh, 2003). Bu nedenle polipropilen, dış mekan uygulamaları gibi nemli ortamlar için idealdir ve ulaşım araçları ve spor zeminleri uygulamalarında da tercih edilir. Ancak elastikiyet performansının sınırlı olması, zamanla yassılaşıma ve görünüm kaybı riskini artırır (Moody & Needles, 2004b). Tüm bu özellikler, polipropileni ekonomik, dayanıklı ve dış kullanım şartlarına çözüm sunan halı uygulamalarında yaygın kullanılan bir lif alternatifi hâline getirmektedir.

6.2. Doğal Lifler

Doğal lifler, hayvansal ya da bitkisel kaynaklı yapılarıyla tarih boyunca halıcılığın temelini oluşturmuş; çevre dostu karakterleri, biyolojik olarak parçalanabilirlikleri ve düşük enerji tüketimleri sayesinde sürdürülebilir üretim arayışlarında yeniden öne çıkmıştır (Karimah vd., 2021). Yün, pamuk, jüt, sisal ve ipek gibi lifler, yalnızca doğal görünümleriyle değil, aynı zamanda yenilenebilirlik, düşük toksisite ve azaltılmış karbon ayak izi gibi çevresel avantajlarıyla da dikkat çekmektedir (van Dam, 2008). Bu lifler, farklı üretim yöntemlerine ve fiziksel özelliklere sahip olmaları nedeniyle özellikle iç mekân tekstil ürünlerinde yeniden değer kazanmaktadır.

6.2.1. Yün Lifleri

Yün, halı üretiminde uzun yıllardır kullanılan, hayvansal kökenli doğal bir liftir. Yapısal olarak protein esaslı olup, keratin moleküllerinden oluşur. Lif yüzeyindeki pulcuklu yapı, sıkışma ve form kaybına karşı direnç sağlar, iç yapısındaki kortikal hücreler ise elastikiyeti ve mukavemeti destekler (E. J. Wood, 2018). Bu sayede yün halılar, tekrar eden kullanımların ardından bile formunu koruyarak hacimli görünümünü muhafaza eder. Özellikle 24 mikron ve üzeri kalınlıktaki yünler, halı sektöründe tercih edilmekte; bu sınıf lifler hem el halıcılığı hem de makine halısı üretiminde kullanılmaktadır (Chaudhuri, 2018). Yeni Zelanda bu alanda öne çıkan üretici ülkelerden biridir ve dünya genelinde halıcılığa uygun yün arzının büyük bölümünü sağlamaktadır. Dünya genelinde yılda yaklaşık 400 milyon kg yün, halı üretiminde değerlendirilir (Allafi vd., 2022).

Isı yalıtımı açısından, yün halıların mikro hava cepleri sayesinde sıcaklık düzenlemesi sağladığı; elektrikli ısıtma ve soğutma giderlerinde %8–13’e kadar tasarruf imkânı sunulduğu belirlenmiştir (McNeil, 2016). Yün doğal olarak alev geciktiricidir; yanma sırasında karbonlaşır ve kendiliğinden söner (Benisek, 1975). Bu özellikler, yün liflerini hem teknik açıdan işlevsel hem de estetik ve konfor odaklı iç mekân halılarında ideal bir seçim haline getirir.

Yün lifi, doğal ve estetik avantajlarına rağmen halıcılıkta bazı sınırlamalara sahiptir. Sentetik liflere kıyasla yüksek fiyat, düşük kopma mukavemeti ve aşınma dayanımı nedeniyle yoğun kullanıma uygun değildir (Moody & Needles, 2004b). Ayrıca alkalilere ve klor bazlı kimyasallara karşı hassas olması, temizlik ve bakım süreçlerinde dikkat gerektirir. Güve ve halı böceği gibi biyolojik zararlılara karşı savunmasız olan yün, ayrıca yüksek nem çekme kapasitesi nedeniyle yavaş kurur ve nemli ortamlarda küf riskini artırabilir (Hearle, 2002). Bu özellikler, yünün genellikle düşük trafige sahip iç mekânlarda tercih edilmesine yol açmaktadır. Negatif özelliklerine rağmen, yün halıların doğal lif algısı, estetik görünümü ve sürdürülebilirliği nedeniyle özellikle lüks konut segmentinde ve el halıcılığı alanında talebi devam etmektedir (Goswami, 2018). Ayrıca karbon ayak izinin sentetik alternatiflere kıyasla daha düşük olması, çevre dostu iç mekân tasarımlarında yün kullanımını destekleyen önemli bir faktördür.

6.2.2. İpek Lifleri

İpek, doğal bir protein lifi olup, yapısal olarak fibroin ve serisin adlı iki temel proteinden oluşur. Yüksek parlaklık, yumuşaklık, ince çap (yaklaşık 10 µm) ve yüksek renk görünürlüğü, ipeği halı üretiminde özellikle dekoratif amaçlarla tercih edilen bir lif haline getirmiştir. İpek lifinin elastikiyet oranı düşük olsa da, lifin mukavemeti oldukça yüksektir. Bu da ince yapısına rağmen dayanıklı bir yüzey elde edilmesini sağlar (Padaki vd., 2015).

İpek halılar çoğunlukla el düğümlü olup, İran ve Hindistan gibi ülkelerde 3–5 mm gibi düşük hav yüksekliğiyle üretilen zarif örnekleri mevcuttur. Bu tür halılar çoğu zaman zemine serilmek yerine duvar dekorasyonu amacıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, sentetik benzerlerinin (örneğin viskon) saf ipek olarak sunulması, tüketici güvenini zedelemiş ve sektörün itibarını olumsuz yönde etkilemiştir. Ancak Hindistan’da “Silk Mark” gibi sertifikasyon sistemleri bu sorunun önüne geçmeye çalışmaktadır (Chaudhuri, 2018).

İpek halılar, özellikle geleneksel düğüm teknikleri ve çok yüksek ilmek yoğunluğu sayesinde görsel zenginlik ve detay derinliği sunar. Lifin doğal parlaklığı ve ince yapısı, yüzey desenlerinin daha net algılanmasını sağlar (Nazmiyal Collection, 2024). İpek liflerinin halıcılık açısından başlıca dezavantajları lifin yapısı gereği UV ışınlarına karşı oldukça hassastır; uzun

sürekli ışık maruziyeti rengin solmasına ve yapının zayıflamasına yol açabilir. Ayrıca, ipek suya karşı duyarlıdır; nemli ortamlarda mukavemeti azalır ve lifin bozulma riski artar. Güçlü alkali ortamlar ve ağartıcı kimyasallar ise ipek üzerinde (Kadolph & Marcketti, 2017) hasara neden olabilir (Kadolph & Marcketti, 2017). Bu nedenlerle ipek halılar, yoğun kullanıma uygun değildir ve kuru temizleme gibi hassas bakım gerektirir. Ayrıca, üretim sürecinin emek yoğun ve maliyetli olması, ipek halıları ekonomik açıdan erişimi sınırlı lüks ürünler kategorisine yerleştirir (Goswami, 2018).

6.2.3. Jüt Lifleri

Jüt, Asya'nın sıcak ve nemli bölgelerinde yetişen *Corchorus* cinsine ait otsu yıllık bir bitkiden elde edilen, düşük maliyetli ve biyobozunur yapıya sahip doğal bir selüloz lifidir. Başlıca üretici ülkeleri Hindistan ve Bangladeş olan jüt, tarihsel olarak hem dokuma hem de tufting halıların taban malzemesi olarak yaygın biçimde kullanılmıştır (Yadav vd., 2024). Ancak zamanla, sentetik alternatiflerin daha yüksek dayanıklılık, esneklik ve nem direnci gibi teknik avantajları nedeniyle jüt, taban malzemesi olarak halıcılık sektöründeki yerini büyük ölçüde kaybetmiştir. ABD'de taban malzemesi olarak jütün pazar payı %81'den %33'e gerilemiş; geri kalan pay büyük ölçüde polipropilen tarafından karşılanmaya başlanmıştır (Market Reports World, 2024). Kırılğan lif yapısının yanı sıra düşük elastikiyet, düşük rezilyans, zayıf uzama kapasitesi ve nem ile güneş ışığına karşı hassasiyeti, jüt lifini yüksek dayanım gerektiren halı üst yüzey uygulamalarında dezavantajlı hâle getirir ve jüt lifinin halı malzemesi olarak kullanımını sınırlamaktadır (Krishnan vd., 2005). Alkali işlemler ile yün görünümü verilmiş jüt lifleri özellikle düşük maliyetli halılarda hav yüzey malzemesi olarak da kullanılmaktadır (Chaudhuri, 2018). Jüt lifinin doğal, ekonomik ve sürdürülebilir bir seçenek oluşu, özellikle geri dönüştürülebilirlik ve çevre dostu üretim bağlamında hâlâ değerini korumaktadır.

6.2.4. Pamuk Lifleri

Pamuk, *Gossypium* familyasına ait bitkilerin tohum kozası içerisinde gelişen ve selüloz esaslı yapıya sahip doğal bir liftir (Kadolph & Marcketti, 2017). El halıcılığı ve tufting halılarda pamuk lifi doğrudan hav malzemesi olarak nadiren kullanılsa da, yapısal elemanlarda temel malzemedir. Özellikle el halıcılığında çözgü ve atkı ipliği olarak, tufting halılarda ise ilmekleme kumaşı ve arka kaplama malzemesi olarak pamuk liflerinden yoğun şekilde yararlanılmaktadır (Chaudhuri, 2018). Halılarda kullanılan sentetik lifler ile karşılaştırıldığında pamuk liflerinin rezilyans yetenekleri düşüktür; yoğun basınca maruz kalan yüzeylerde formunu koruma açısından pamuk liflerinden oluşturulan havlarda sorun yaşanmaktadır ("Carpet Fibers", 1967). Ancak yüksek nem emiciliği ve yumuşak yapısı sayesinde, banyo paspasları

gibi kısa havlı ve nemli ortamlara uygun halı türlerinde kullanılmaktadır. Pamuk lifleri doğal mat bir görünüme sahip olup, konforlu, nefes alabilen ve kullanıcı dostu yüzeyler oluşturur. Bununla birlikte, kırılmaya eğilimli yapısı, güneş ışığında sararma eğilimi ve küf oluşumuna karşı hassasiyeti, kullanım alanlarını kısmen sınırlandırmaktadır (Strahl, 1996). Tüm bu özellikler göz önüne alındığında pamuk, halıcılıkta yüzeylerde kullanımının yerine taşıyıcı ve destekleyici yapılar için uygun, teknik olarak tamamlayıcı bir liftir.

6.2.5. Sisal Lifleri

Sisal lifi, Agave cinsine ait bitkilerin yapraklarından elde edilen, sert yapısı nedeniyle özellikle endüstriyel ve dekoratif ürünlerde tercih edilen doğal bir lif türüdür. Yüksek mukavemet özelliklerine sahip olan bu lif, geleneksel olarak halat ve sicim üretiminde kullanılmakla birlikte, günümüzde halıcılık alanında da değerlendirilmektedir (Saxena vd., 2011). Halı sektöründe sisal iplikleri, özellikle atkı ipliği olarak veya bazı durumlarda çözgü ipliği olarak kullanılmakta; aynı zamanda duvar halıları, paspaslar ve özel tasarım halılar için de tercih edilmektedir. Halıcılıkta kullanılan yüksek kalite sisal lifleri, özel işlemlerden geçirilerek ipliğe dönüştürülür ve bu iplikler genellikle 0,1–1,2 Nm aralığında olup, kalın ve sağlam bir yapıdadırlar. Sisal iplikleri ayrıca 2 ila 4 katlı formda üretilerek halı kenar bağlama veya dekoratif uygulamalar gibi alanlarda da kullanılmaktadır (Yu, 2005). Halılarda yumuşaklık gerektiren uygulamalarda ise sisal lifleri, yün ve akrilik gibi liflerle harmanlanarak daha konforlu bir yüzey elde edilmektedir (Kadolph & Marcketti, 2017). Sisal liflerinin sertliği nedeniyle %3,02 gibi düşük bir uzama oranına sahiptir ve rezilyans yeteneği jüt liflerine göre %15 daha düşüktür. Bu durum, sisal halıların düşük elastikiyetli ancak formunu koruyan ve yüzey direnci yüksek zemin kaplamaları olarak değerlendirilmesini sağlar (Yu, 2005). Sisal halılar, düşük sıkıştırılabilirlikleri ve yüksek yüzey sertlikleri sayesinde yoğun kullanıma uygun zemin kaplamaları olarak öne çıkar (Chaudhuri, 2018). Ancak, sisal lifleri güneş ışığına karşı düşük direnç gösterir; özellikle UV direncinin düşük olması lifin bozulmasına ve rengin solarak sararmasına neden olabilir. Lifi sahip olduğu yüksek zamlı içeriği nedeniyle boya alma kapasitesi de sınırlıdır ve boyama öncesinde özel işlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenlerle sisal genellikle doğal rengiyle ya da az işlenmiş tonlarda kullanılır (Yu, 2005). Sisal lifi dayanıklılığı ve doğal dokusu nedeniyle ticari mekânlar ve rustik iç mekanlar için halen popüler bir seçenektir (Kadolph & Marcketti, 2017).

6.3. Doğal ve Sentetik Liflerin Karşılaştırılması

Halı üretiminde lif tercihi yapılırken birçok değişken birlikte değerlendirilir. Lifi aşınmaya karşı gösterdiği direnç, mekanik dayanımı, elastikiyet düzeyi (özellikle ezilme sonrası geri kazanım yeteneği), boyutsal stabilitesi, lekelenmeye karşı direnci ve ısı-nem geçirgenliği gibi fiziksel

performans göstergeleri bu seçimde belirleyici olur. Bunun yanında, statik elektrik üretme eğilimi, boyanabilirliği, dokunsal hissiyatı ve maliyet gibi parametreler de dikkate alınır (Wood, 2012). Zemin kaplamalarında, özellikle havlı yüzeylerin uzun süreli formunu koruyabilmesi ve lifin üretim süreçlerine uygunluğu da önemlidir. Ancak, bu özelliklerin tamamını tek bir lifte ideal düzeyde bulmak günümüzde mümkün değildir. Bu nedenle lif seçimi, kullanım alanının koşulları ve beklentilere göre optimize edilir. Sentetik ve doğal lifler, teknik kapasite, maliyet etkinliği, estetik görünüm ve çevresel etki gibi kriterler doğrultusunda farklılıklar gösterir. Tablo 1’de, bu iki lif grubunun halıcılıktaki başlıca özellikleri temel alınarak özet karşılaştırmaları sunulmaktadır.

Tablo 1. *Sentetik ve doğal liflerin karşılaştırılması (Chaudhuri, 2018; Kadolph & Marcketti, 2017; Moody & Needles, 2004b; The Carpet and Rug Institute, 2017)*

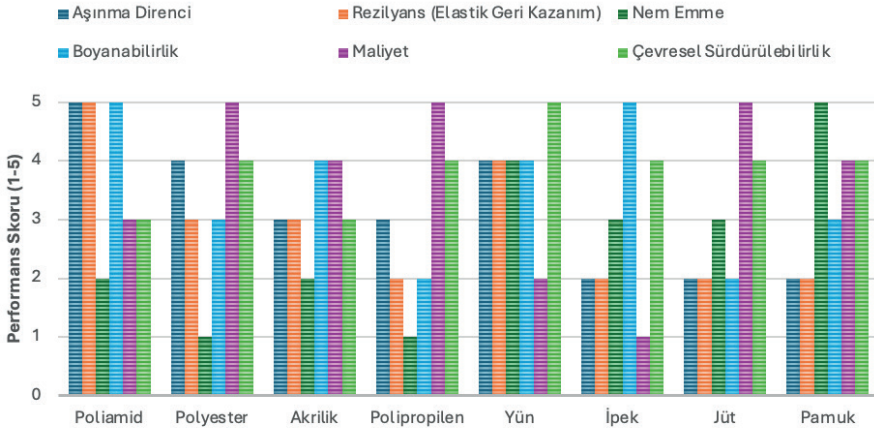
Kriter	Sentetik Lifler	Doğal Lifler
Dayanıklılık	Yüksek (özellikle poliamid, polyester)	Orta/düşük (ipek en zayıf)
Esneklik	Yüksek (özellikle poliamid)	Yün yüksek; pamuk, sisal, jüt gibi liflerde düşüktür
Nem Emicilik	Düşük	Yüksek (pamuk ve yün öne çıkar)
Estetik Doku	Yapay parlaklık, pürüzsüz ve homojen yüzeyler	Doğal matlık, sıcak ve dokunsal yüzey etkisi
Boyanabilirlik	Bazıları özel yöntemler ister (örneğin polyester)	Genellikle iyi, ama sisal gibi liflerde sınırlı
Maliyet	Genellikle düşük (yüksek üretim hızı ve düşük hammadde maliyeti)	Yüksek (özellikle ipek ve yün işçilik ve hammadde açısından pahalıdır)
Kullanım Alanı	Yoğun trafik alanları, dış mekânlar, ticari alanlar	El halısı, lüks iç mekânlar, rustik tasarımlar
Sürdürülebilirlik	Geri dönüştürülebilir versiyonlar mevcut (örneğin rPET poliester)	Yenilenebilir, biyobozunur; düşük karbon ayak izi (özellikle yün, jüt, sisal)

Sentetik lifler—özellikle poliamid (nylon), polyester, akrilik ve polipropilen—yüksek mukavemet, düşük su emme oranı, iyi boyutsal kararlılık ve uygun maliyet gibi özellikleri sayesinde halıcılıkta yaygın biçimde kullanılmaktadır (The Carpet and Rug Institute, 2017). Poliamid lifler üstün rezilyans özellikleri sayesinde yoğun trafiğe maruz kalan ticari alanlarda tercih edilirken, poliester daha çok iç mekânlarda estetik ve

ekonomik çözümler sunmaktadır (Chaudhuri, 2018). Polipropilenin düşük özgül ağırlığı ve lekelenmeye karşı direnci de onu özellikle dış mekân uygulamaları için uygun kılar (Moody & Needles, 2004b). Sentetik lifler, üretim aşamalarında belirli özelliklerin istenilen düzeyde ayarlanabilmesine olanak tanıyan yapılarıyla dikkat çeker. Yüzey dokusundan renk sabitliğine kadar birçok parametre, üretim sürecinde doğrudan müdahaleye açıktır. Bu durum, uygulama alanına özel çözümler geliştirmeyi mümkün kılar. Ayrıca PET gibi bazı sentetik lif türlerinin geri dönüştürülerek yeniden üretim döngüsüne katılması, malzeme seçimini sürdürülebilirlik perspektifinde yeniden değerlendirmeyi gerektirmektedir (Miraftab, 2018).

Öte yandan, doğal kökenli lifler olan yün, pamuk, ipek, jüt ve sisal; yenilenebilir bitkisel veya hayvansal kaynaklardan elde edilir ve doğada çözünebilmeleri bakımından çevresel denge açısından değerlidir. Bu lifler, genellikle kimyasal işlem gerektirmeden üretilebildikleri ve kullanım ömrü sonunda ekosisteme zarar vermedikleri için, çevre dostu zemin kaplamalarında öncelikli seçenekler arasında yer almaktadır (van Dam, 2008). Yün lifi, özellikle esnekliği ve doğal alev geciktirici yapısıyla dikkat çekerken; sisal ve jüt lifleri sert yapıları nedeniyle paspas, kilim ve dekoratif zemin kaplamalarında tercih edilmektedir (Kadolph & Marcketti, 2017). Pamuk ise daha çok taşıyıcı yüzeylerde ve arka kaplama malzemelerinde kullanılır (Chaudhuri, 2018). İpek, yüksek parlaklığı ve ince yapısıyla el halıcılığında lüks segmentte yer alırken, hassas yapısı nedeniyle sınırlı kullanıma sahiptir (Goswami, 2018). Ancak doğal liflerin bazı teknik dezavantajları bulunmaktadır. Düşük rezilyans, yavaş kuruma, UV hassasiyeti, biyolojik zararlılara açıklık ve maliyet gibi etkenler, onları yoğun kullanıma yönelik geniş ölçekli üretimlerde sınırlı kılmaktadır (Chaudhuri, 2018).

İncelenen liflere ait özelliklerin değerlendirilmesi ile hazırlanan karşılaştırma grafiği, her bir lif türünün farklı kriterler bazında performans profilini görsel olarak sunmaktadır (Şekil 11). Grafikte, hangi lifin hangi özelliğiyle öne çıktığını ya da hangi sınırlamalara sahip olduğunu betimlenmiştir. Puanlama sistemi mutlak ölçümlere değil, her lifin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyacak şekilde yapılmış değerlendirmelere dayanmaktadır. Böylece, grafik kullanıcıya tüm lif türleri arasında hızlı ve bütüncül bir karşılaştırma yapma imkânı sunmaktadır. Her kriter için 1 (çok düşük) ile 5 (çok yüksek) arasında bir derecelendirme yapılmıştır. Örneğin poliamid, yüksek rezilyans ve aşınma direnciyle dikkat çekerken; pamuk, üstün nem emiciliğiyle ön plana çıkmaktadır. Öte yandan, sisal gibi doğal lifler, sert yapıları sayesinde yüzey dayanımı sağlasa da düşük elastikiyetleriyle sınırlı alanlarda değerlendirilebilmektedir. Sentetik lifler yüksek performans, ekonomik üretim ve düşük bakım gereksinimi açısından öne çıkarken; doğal lifler estetik, çevre dostu ve geleneksel uygulamalarda önemini korumaktadır.



Şekil 11. Sentetik ve doğal liflerin performans analizi

Sentetik ve doğal liflerin halı üretimindeki işlevi, yalnızca mekanik dayanım ya da estetik görünümle sınırlı değildir; kullanım ortamı, bakım gereksinimi, üretim maliyeti ve çevresel etki gibi birçok faktör birlikte değerlendirilmelidir. Poliamid ve polyester gibi sentetik lifler, yüksek aşınma direnci, düşük su emme oranı ve üretim kolaylığı gibi nedenlerle yüksek trafiğe maruz kalan alanlarda tercih edilmektedir. Öte yandan yün, pamuk veya sisal gibi doğal kaynaklı lifler, yenilenebilir olmaları ve doğada çözünebilir özellikleri sayesinde, çevre odaklı tasarım yaklaşımlarında ön plana çıkmaktadır. Bu lifler, özellikle konut tipi uygulamalarda iç mekân havasına katkısı, doğal dokusu ve dokunsal konforuyla dikkat çekerken; üretim sürecinde kimyasal girdilerin azlığı sayesinde de sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sunmaktadır.

Modern halıcılıkta malzeme seçimi giderek daha çok çoklu ölçütlü karar verme süreçlerine dayanmaktadır. Teknik parametrelerin yanı sıra karbon ayak izi, geri dönüşüm potansiyeli ve kullanım ömrü gibi çevresel veriler de tasarım sürecine entegre edilmektedir. Bu bağlamda, yalnızca tek bir lif türüne dayalı çözümler yerine, farklı özellikleri bir araya getiren hibrit iplik yapıları daha fazla önem kazanmaktadır. Örneğin, yün-polyamid veya sisal-poliester kombinasyonları hem dayanıklılığı hem de doğal görünümü tek bir üründe buluşturabilmektedir. Lif seçimi artık sadece hammaddenin kendisine değil; onun taşıdığı işlevsel, çevresel ve estetik değerlerin dengeli kullanımına bağlı olarak yapılmaktadır. Halı üretiminde bu yeni yaklaşım, klasik teknik kararların ötesine geçerek tasarımı, kullanıcı deneyimiyle birlikte değerlendiren bütüncül bir anlayışa dönüşmektedir.

7. SONUÇ

Tarih boyunca halı, yalnızca bir zemin kaplaması olarak değil; aynı zamanda kültürel kimliğin, estetik anlayışın ve teknik ustalığın bir yansıması olarak var olmuştur. Bu bölümde, halının tarihsel ve kültürel bağlamı, terimsel çeşitliliği ile farklı coğrafi bölgelerde kazandığı anlamlar ve isimlerle birlikte ele alınmıştır. Ayrıca halı üretiminde etkili olan çevresel, coğrafi ve malzeme temelli faktörler de tartışılmıştır.

Günümüzde halı üretimi, sanayi altyapısının evrimi ve yeni teknolojilerin ortaya çıkışıyla birlikte, köklü geleneksel tekniklerle entegre edilerek önemli bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Bu dönüşüm; lif seçimi, dokuma sistemleri ve desenlendirme olanakları açısından genişleyen bir yelpazeye yansımaktadır. Halının çok katmanlı yapısında yer alan karmaşıklık, yalnızca endüstriyel üretim ve tasarımı değil, aynı zamanda kültürel bağlamı da içeren disiplinlerarası bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır.

KAYNAKÇA

- Allafi, F., Hossain, M. S., Lalung, J., Shaah, M., Salehabadi, A., Ahmad, M. I., & Shadi, A. (2022). Advancements in Applications of Natural Wool Fiber: Review. *Journal of Natural Fibers*, 19(2), 497-512. <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1745128>
- Avcioğlu Kalebek, N., Vuruşkan, D., & Çoruh, E. (2014). Türk Halıcılığının Tarihçesi. *Electronic Journal of Vehicle Technologies / Tasit Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 52-61. <https://openurl.ebsco.com/contentitem/edb:116532847?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:edb:116532847&crl=c>
- Bajaj, P. (1997). Acrylic Fibres. İçinde V. B. Gupta & V. K. Kothari (Ed.), *Manufactured Fibre Technology*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-5854-1>
- Benisek, L. (1975). Burning Behavior of Carpets: The Advantages of Wool and Flame-Resistant Wool. *Textile Research Journal*, 45(5), 373-382. <https://doi.org/10.1177/004051757504500503>
- Böhmer, H., & Thompson, J. (1991). The Pazyryk Carpet: A Technical Discussion. <https://doi.org/10.1086/sou.10.4.23203293>, 10(4), 30-36. <https://doi.org/10.1086/SOU.10.4.23203293>
- Carpet Fibers. (1967). *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 8(3), 83-94. <https://doi.org/10.1177/001088046700800314>
- Chaudhuri, S. K. (2018). Structure and properties of carpet fibres and yarns. İçinde K. K. Gowswami (Ed.), *Advances in Carpet Manufacture* (Second, ss. 17-34). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101131-7.00002-2>
- Cunningham, P. R., & Miller, S. A. (2022). A material flow analysis of carpet in the United States: Where should the carpet go? *Journal of Cleaner Production*, 368, 133243. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133243>
- Dalcı, S. (2006). *Makine halısı üretim parametrelerinin halı performansına olan etkilerinin araştırılması* [Yüksek Lisans, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Dede, D. (2021). 2.500 Yıllık Pazırık Halısının Sırrı Çözüldü - Arkeofili. <https://arkeofili.com/2-500-yillik-pazirik-halisinin-sirri-cozuldu/>
- Demey, S. (2009). Advances in carpet weaving. *Advances in Carpet Manufacture*, 35-64. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101131-7.00003-4>
- Duran, K. (2004). *Dokusuz Yüzeyler*. Teknik Fuarcılık Ltd. Şti.
- Erdogan, G., Yucel, S., & Bilisik, K. (2023). Textured Polyester Fiber in Three-Dimensional (3D) Carpet Structure Application: Experimental Characterizations under Compression-Bending-Abrasion-Rubbing Loading. *Polymers*, 15(14), 3006. <https://doi.org/10.3390/polym15143006>
- Goswami, K. K. (2018). Developments in handmade carpets: Design and manufacture. İçinde K. K. Goswami (Ed.), *Advances in Carpet Manufacture* (Second, ss. 269-350). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101131-7.00012-5>

- McNeil, S. (2016). *The Thermal Properties of Wool Carpets*. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3925.1601/1>
- Militky, J. (2009). The chemistry, manufacture and tensile behaviour of polyester fibers. İçinde A. R. Bunsell (Ed.), *Handbook of Tensile Properties of Textile and Technical Fibres* (ss. 223-314). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845696801.2.223>
- Miraftab, M. (2018). Recycling carpet materials. İçinde K.K. Goswami (Ed.), *Advances in Carpet Manufacture* (Second, ss. 65-77). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101131-7.00005-8>
- Moody, V., & Needles, H. (2004a). *Tufted carpet: Textile fibers, dyes, finishes and processes*. William Andrew Publishing. <https://books.google.com/books?hl=tr&lr=&id=uQFO8QsgSIIC&oi=fnd&pg=PP1&dq=tufted+carpet&ots=p-1hoTKF5-&sig=tF9S9OXFL0TPkdTYFhtY8ilHqUA>
- Moody, V., & Needles, H. L. (2004b). Major Fibers and Their Properties. İçinde V. Moody & H. L. Needles (Ed.), *Tufted Carpet* (ss. 35-59). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-188420799-0.50004-X>
- Mukhopadhyay, S. K. (2009). Manufacturing, properties and tensile failure of nylon fibers. İçinde A. R. Bunsell (Ed.), *Handbook of Tensile Properties of Textile and Technical Fibres* (ss. 197-222). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845696801.2.197>
- Nazmiyal Collection. (2024). *Wool and Silk Rugs*. <https://nazmiyalantiquerugs.com/wool-and-silk-rugs/>
- Öztürk, B. (2025). Halıda Türk- Gördes Dügümü, İran- Sine Dügümü: Doğru Bilinen Yanlışlar. *Yedi*, 33, 163-176. <https://doi.org/10.17484/YEDI.1564035>
- Padaki, N. V., Das, B., & Arindam, B. (2015). Advances in Silk Science and Technology. İçinde A. Basu (Ed.), *Advances in Silk Science and Technology* (1. bs, ss. 3-16). Woodhead Publishing. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978178242311900001X>
- Phillips, K. J., & Ghosh, T. K. (2003). The technology of polypropylene tape yarns: processing and applications. *Textile Progress*, 33(1), 1-53. <https://doi.org/10.1080/00405160308688957>
- Radhakrishnaiah, P. (2005). Comparison of the Performance Properties of Carpets Containing Nylon 6 and Nylon 66 Face Yarns. *Textile Research Journal*, 75(2), 157-164. <https://doi.org/10.1177/004051750507500213>
- Rose, W. (2017). *Recommendations for the the carpet industry in France*. <https://changing-markets.org/wp-content/uploads/2023/10/French-Carpet-Report-English.pdf>
- Sarioğlu, E., Babaarslan, O., & Ziba, S. (2019). Lif Karışım Oranı ve Toz Alma İşleminin Wilton Tipi Yüz-Yüze Halıların Tozuma Derecesine Etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, 26(115), 309-317. <https://doi.org/10.7216/1300759920192611511>
- Saxena, M., Pappu, A., Haque, R., & Sharma, A. (2011). Sisal Fiber Based Polymer Composites and Their Applications. İçinde S. Kalia, B. S. Kaith, & I. Kaur (Ed.), *Cellulose Fibers: Bio- and Nano-Polymer Composites* (ss. 589-659). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17370-7_22

- Serrano, A., Meijer, S., van Rijn, R. R., Coban, S. B., Reissland, B., Hermens, E., Batenburg, K. J., & van Bommel, M. (2021). A non-invasive imaging approach for improved assessments on the construction and the condition of historical knotted-pile carpets. *Journal of Cultural Heritage*, 47, 79-88. <https://doi.org/10.1016/J.CULHER.2020.09.012>
- Shamey, R., & Sinha, K. (2003). A review of degradation of nylon 6. 6 as a result of exposure to environmental conditions. *Review of Progress in Coloration and Related Topics*, 33(1), 93-107. <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2003.tb00147.x>
- Strahl, W. A. (1996). Cotton In Rugs and Carpets. İçinde P. C. Dugger & D. A. Richter (Ed.), *Proceedings of the Beltwide Cotton Conference* (ss. 1501-1508). National Cotton Council. <https://www.cotton.org/beltwide/proceedings/getPDF.cfm?year=1996&paper=Z022.pdf>
- Textile Exchange. (2024). *Materials Market Report 2024*. <https://2d73cea0.delivery.rocketcdn.me/app/uploads/2024/09/Materials-Market-Report-2024.pdf#page=75.40>
- The Carpet and Rug Institute. (2017). *The Carpet Primer*. <https://carpet-rug.org/wp-content/uploads/2020/02/The-Carpet-Primer.pdf>
- van Dam, J. E. G. (2008). Natural fibres and the environment : environmental benefits of natural fibre production and use. *Proceedings of the Symposium on Natural Fibres : Common fund for commodities*, 3-17. <https://www.fao.org/4/i0709e/i0709e03.pdf>
- Wood, E. (2012). Wool Carpet Manufacture. İçinde WOOL482/582 *Wool Processing* (ss. 1-13). Woolwise Ausralian Wool Education Trust.
- Wood, E. J. (2018). Developments in wool carpet manufacture. İçinde K. K. Goswami (Ed.), *Advances in Carpet Manufacture* (Second, ss. 79-100). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101131-7.00006-X>
- World Floor Covering Association WFCA. (2024). *Carpet Types: What is The Best Carpet for Your Home*. <https://wfca.org/carpet>
- Woven v/s Tufted Carpets - The Floorist. (t.y.). Geliş tarihi 19 Haziran 2025, gönderen <https://thefloorist.com/woven-v-s-tufted-carpets/>
- Yadav, A., Despande, A., Shetty, S., & Basuk, M. (2024). A Comprehensive Review of Jute Fibre: Historical Significance, Classification, Properties, Processing Techniques, and its Applications. *International Journal for Scientific Research & Development*, 12(4), 92-97.
- Yaz, C. E. (2021). *The investigation of the effect of polypropylene copolymer and thermoplastic polyolefin use in bulked continuous filament yarn production on carpet performance* [Gaziantep University]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yılmaz, B. (2018). Pazırık'tan Günümüze Türk Halı Sanatı. *Oğuz-Türkmen Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 98-106. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/otad/issue/35223/376971>
- Yu, C. (2005). Sisal. İçinde R. E. Frank (Ed.), *Bast and Other Plant Fibres* (ss. 228-273). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845690618.228>



AXMINSTER HALI ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

“ ”

Cemile Emel YAZ¹

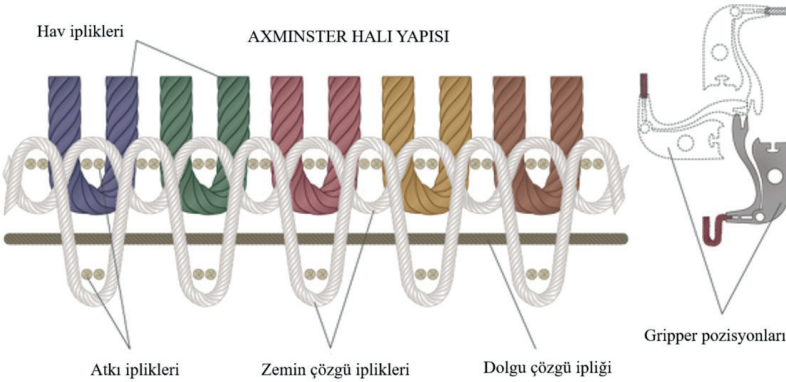
Gülbin FİDAN²

1 Dr.Öğr.Üyesi, Gaziantep Üniversitesi Naci Topçuoğlu Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Tekstil ve Halı Makineleri Programı, 0000-0003-4456-4898

2 Dr.Öğr.Üyesi, Gaziantep Üniversitesi Naci Topçuoğlu Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Halıcılık ve Kilimcilik Programı, 0000-0002-7958-2626

1. GİRİŞ

Axminster halı üretim teknolojisi, kesik hav iplikleriyle desen oluşturma prensibine dayanmaktadır. Axminster üretim teknolojisinde, gripper (tığlı), spool (makaralı) ve spool-gripper (makaralı-tığlı) olmak üzere farklı teknikler geliştirilmiştir. Gripper axminster tekniğinde, jakar sisteminden beslenen ve gripper adı verilen tutucular tarafından alındıktan sonra belirli bir uzunlukta kesilen hav ipliklerinin zemin dokusuna dahil edilmesi ile hav oluşumu sağlanmaktadır. Spool axminster tekniğinde ise, dokunacak desene göre her atkı sırası için farklı makaralardan hav ipliği beslenmekte ve neredeyse sınırsız sayıda renkten oluşan desenlere sahip halılar üretilabilmektedir. Öte yandan, gripper axminster ve spool axminster tekniklerinin birleşimi olan spool-gripper sisteminde, her atkı sırası için ayrı makaralardan ipliğin beslenmesi ve gripper ileilmek oluşumu sağlanmaktadır. Her üç sistemde de hav ipliği kesilerek atkı etrafına sarılır ve hav dizisi oluşturulur, ancak tekniklerin sistemsel çalışma prensipleri farklılık göstermektedir. Makaralı teknikler, hav ipliklerinin beslendiği makaraların dizilimleri ve makinelerin düşük üretim hızları nedeniyle günümüz endüstrisinde tercih edilmemektedir. Bu sebepten günümüzde axminster makine üretiminde gripper sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır (Crawshaw, 2002; Goswami, 2009). Güncel teknolojide 16 renk kapasitesi, 275 tarak dişi/m sıklık ve 5 metreye varan enlerde makine tasarımları bulunmaktadır. Şekil 1’de gripper axminster sistemi ile hav oluşumu gösterilmektedir (vandewiele.com; lenadolooms.com).

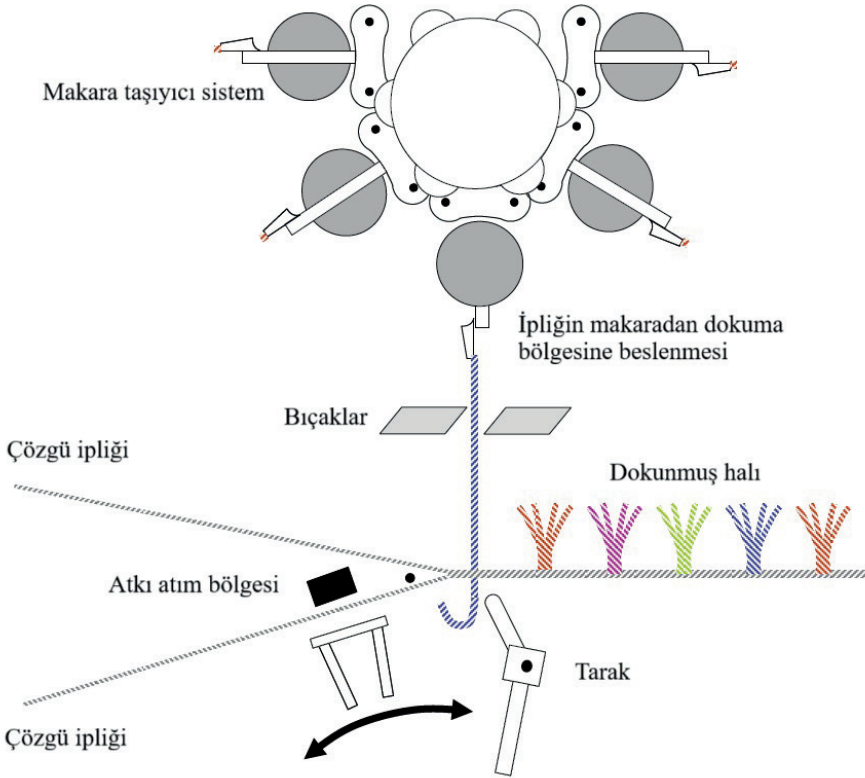


Şekil 1. Hav ipliğinin gripper tarafından halı zemin dokusuna dahil edilmesi (bloomsburgcarpet.com)

2. SPOOL (MAKARALI) AXMINSTER HALI DOKUMA MAKİNESİ

Spool axminster halı üretim tekniğinde, dokunacak desene göre her atkı ipliği dizisi için ayrı makaralardan hav ipliği beslenerek dokuma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu makaralar, düz dokuma makinelerindeki çözgü

levendine benzer bir şekilde renk raporuna göre hazırlanmakta ve bir sonsuz zincir üzerine yerleştirilmektedir. Makara uzunlukları takriben 1 m uzunluğunda olduğundan geniş tezgahlarda, tezgâh eni boyunca yan yana konumlandırılmış makaralar kullanılmaktadır. Bu teknikte, hav iplikleri makaralardan sağıldığı için, renk sınırlaması da bulunmamaktadır. Atkı ipliğinin etrafına “U” şeklinde konumlandırılan hav iplikleri, tezgâh eni boyunca uzanan bıçak yardımı ile istenilen uzunlukta kesilmektedir. Her atkı sırası için ayrı bir makara kullanılmakta, her yeni atkıda sıradaki makara tarafından hav iplikleri halı yapısına yerleştirilmektedir. Örneğin; 10 cm’de 25 atkı sıklığı ve 10 cm’de 28 hav sıklığı ile dokunacak 1 m genişliğinde ve 1 m uzunluğundaki bir halı için, her bir makarada $10 \times 28 = 280$ tel hav ipliği dizilimi yapılmakta ve toplamda $10 \times 25 = 250$ makara hazırlanmaktadır (Crawshaw, 2002; Goswami, 2009; Dalcı, 2006). Şekil 2’de spool axminster dokuma sisteminin şematik görünümü bulunmaktadır.

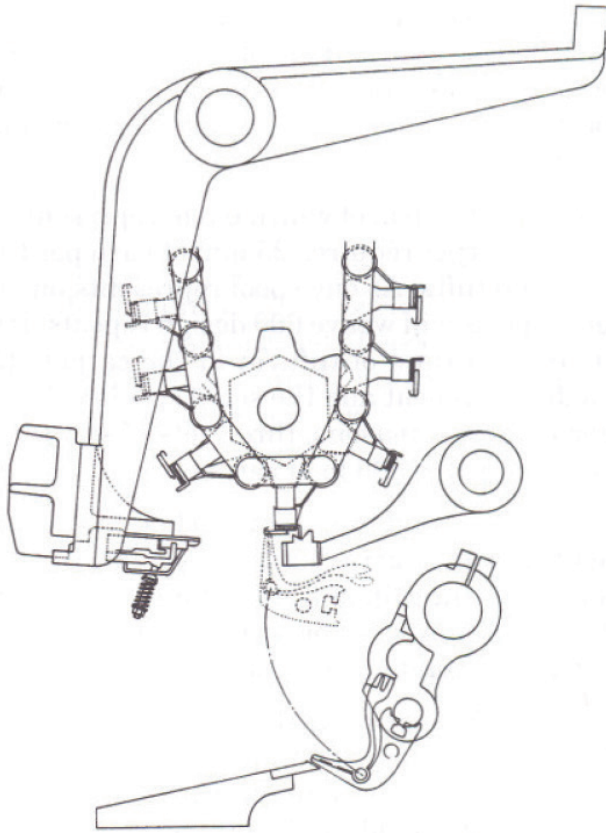


Şekil 2. Spool axminster dokuma sisteminin şematik görünümü (woolwise.com)

Makaraların hazırlanması ve tezgâh üzerine dizilimi, oldukça uzun işçilik süreleri gerektirdiğinden, spool axminster halı dokuma tekniği günümüzde tercih edilen bir sistem olmaktan uzaklaşmıştır.

3. SPOOL-GRIPPER (MAKARALI-TIĞLI) AXMINSTER HALI DOKUMA MAKİNESİ

Bu sistem, spool axminster sisteminin gripper tasarımı ile birleştirilmiş bir versiyonudur. Spool sisteminde olduğu gibi her atkı sırası için hav iplikleri, zincir sistem üzerindeki ayrı makaralardan beslenmekte ve gripper tarafından tutularak ilmek oluşumu sağlanmaktadır. Spool axminster sisteminde, makaralar makara zincirinden çıkarılıp hav oluşum bölgesine taşınırken, spool-gripper axminster sisteminde makaralar zincirden çıkarılmadan, hav iplikleri gripper tarafından alınıp halıya yerleştirilmektedir (Goswami, 2009; Dalcı, 2006). Şekil 3'te spool-gripper axminster halı dokuma makinesinin şematik görünümü bulunmaktadır

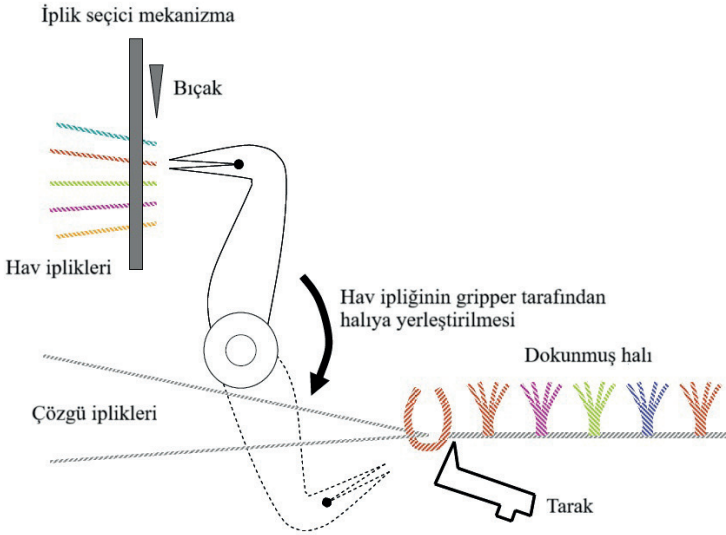


Şekil 3. Spool-gripper axminster halı dokuma makinesi (Dalcı, 2006)

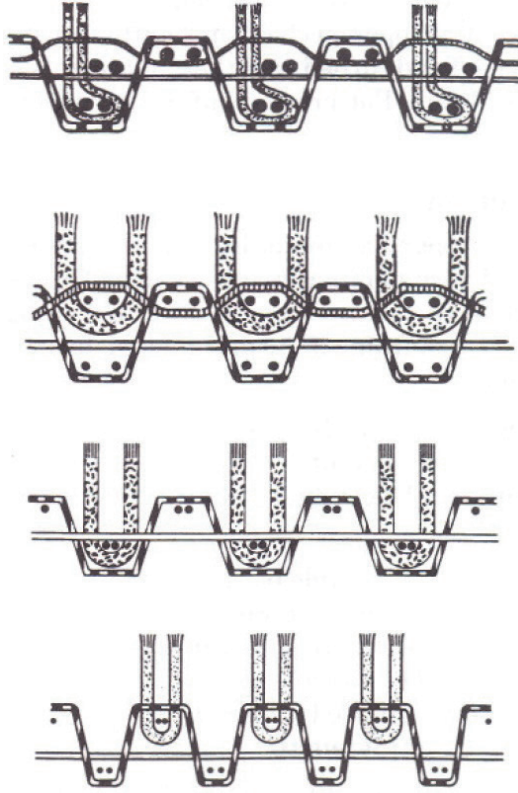
Gripper axminster sisteminde renk sınırlaması bulunurken, spool-gripper axminster tekniğinde de spool sisteminde olduğu gibi renk sınırlaması bulunmamaktadır. Ancak, makara hazırlık aşamasındaki zorluklar nedeniyle, spool axminster tekniğinde olduğu gibi, günümüzde bu tekniğin de kullanımı yaygın değildir.

4. GRIPPER AXMINSTER HALI DOKUMA MAKİNESİ

Dokunacak halının desen gereksinimine göre iplik besleme sisteminin iplikleri yönlendirmesi ile başlayan dokuma süreci, günümüz teknolojisinde elektronik seçim mekanizması olan jakar sistemi tarafından desene uygun renkteki ipliklerin seçilmesi ile devam eder. Şekil 4'te gösterildiği üzere, gripper adı verilen tutucular tarafından seçilen iplikler belirlenen hav uzunluğunda kesilir. Kesilen hav iplikleri gripper geri salınım hareketi ile halının zemin dokuması üzerine getirilerek, Şekil 5'te verilen yapı örneklerinde gösterildiği üzere, atkı ipliklerinin çevresinde U veya J şeklindeki hav yapısı oluşturulur. Axminster halılarda zemin dokusu atkı ve çözgü ipliklerinden oluşurken, yapı içerisinde ölü hav bulunmamaktadır. Halı eni boyunca olması istenen ilmek sayısı kadar gripper gerekmektedir. Oluşan hav sırası sıkıştırılarak halı yapısına dahil edilir. Bu şekilde tek yüz halı dokunur ve dokunan halı sürekli olarak ileri sarılır ve süreç her atkı sırası için aynı şekilde tekrar eder. Dokuma makinesinden çıkan halı, kenar düzeltme ve overlok, sırt kaplama (tutkal-lateks) gibi konfeksiyon işlemleri de tamamlandıktan sonra kalite kontrol işlemlerinden geçirilerek sevkiyata hazır hale getirilir (Crawshaw, 2002; Goswami, 2009; woolwise.com).

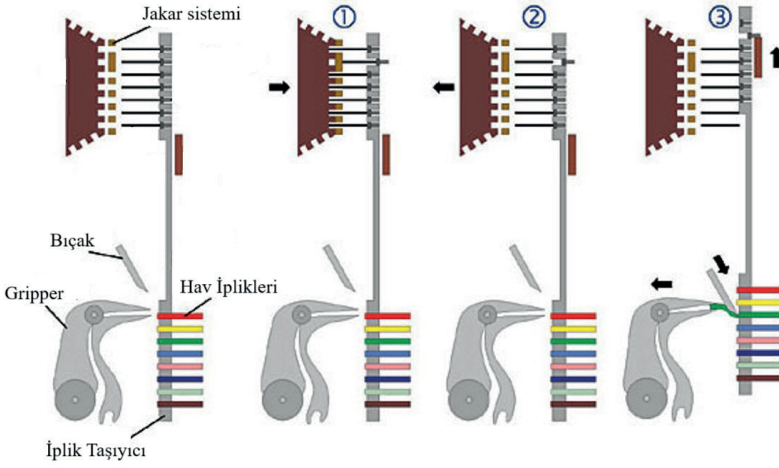


Şekil 4. Gripper axminster sisteminde hav oluşumu (woolwise.com)

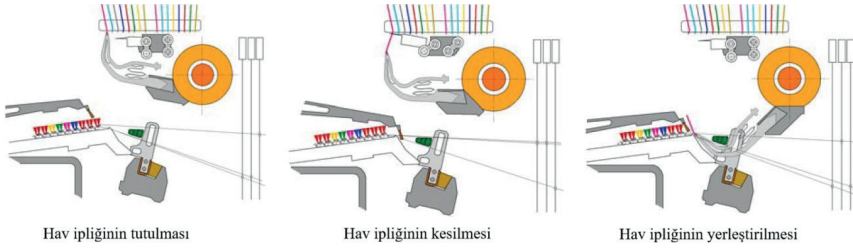


Şekil 5. Axminster dokuma yapıları (Crawshaw, 2002)

Axminster halı dokuma makinelerinde renk kapasitesi 8, 12 veya 16 arasında olabilmektedir ve bu durum daha fazla renk kullanımı ile daha karmaşık ve detaylı desenler üretebilmeyi mümkün kılmaktadır. Jakar mekanizması ile kontrol edilen taşıyıcı petek sisteminde, atkı yönündeki her hav oluşumu için kullanılacak renk sayısı kadar iplik peteklerde sıralanmaktadır. Gripper tarafından alınıp zemine dahil edilecek hav ipliğinin rengi desen planına göre seçileceğinden, uygun rengin olduğu petek, jakar sistemi tarafından tahrik edilmekte ve gereken renkteki ipliğin gripper tarafından seçilmesi sağlanmaktadır. Farklı makine tasarımlarında iplik taşıyıcı petek sistem dikey veya yatay olarak konumlanabilmektedir. Güncel makine üretimlerinde, yatay petek tasarımları yaygın şekilde tercih edilmektedir. Bunun nedeni, peteğin yatay konumlanması ile gripper hareket yayı mesafesini minimize ederek tezgâh döngüsünün kısaltılması ve dolayısıyla üretim hızının artırılmasıdır (Crawshaw, 2002; Goswami, 2009; vandewiele.com). Dikey ve yatay konumlandırılmış iplik taşıyıcı petek sistemleri sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7’de gösterilmektedir.



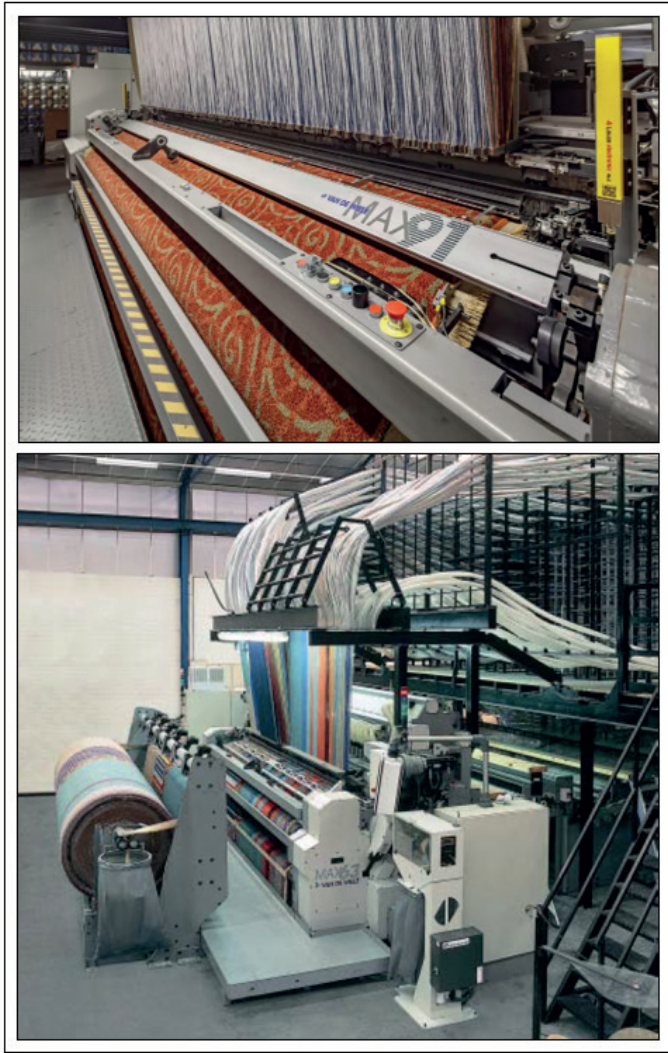
Şekil 6. Dikey konumlandırılmış iplik taşıyıcı petek sistemi (carpetinfo.com)



Şekil 7. Yatay konumlandırılmış iplik taşıyıcı petek sistemi (Van de Wiele MAX63 Axminster dokuma makinesi)

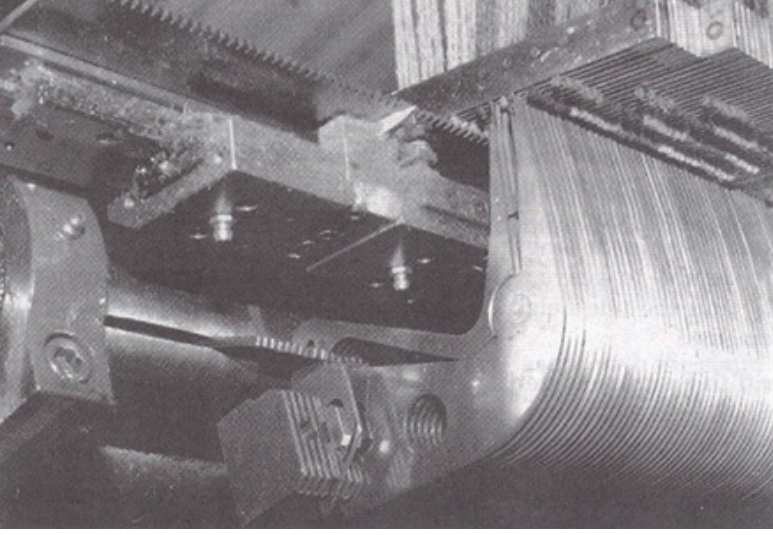
5. GRIPPER AXMINSTER HALI DOKUMA MAKİNESİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Axminster halı dokuma makinelerinde kesik havlı halılar üretilmektedir. Makinenin çalışma prensibi, gripper tarafından tutulduktan sonra istenen boyda kesilen hav ipliklerinin, atkı ve çözgü iplikleriyle birleştirilerek halı yapısının oluşturulması esasına dayanmaktadır. Şekil 8’de axminster halı dokuma makinelerin genel görünümüleri verilmektedir.

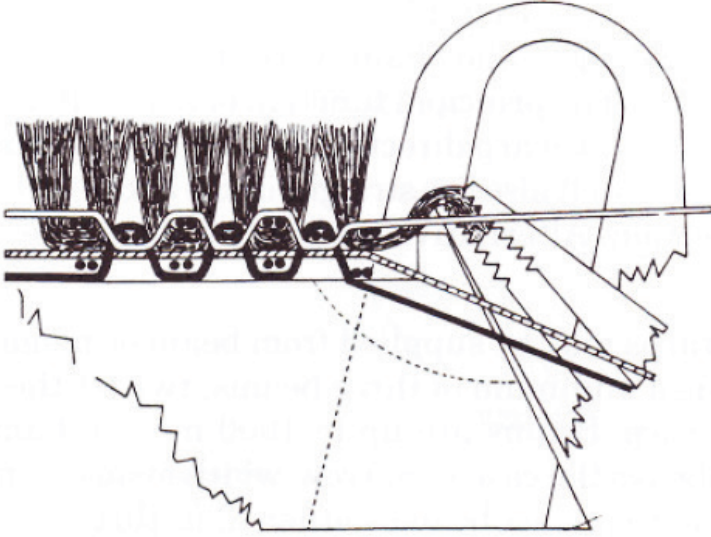


Şekil 8. Van de Wiele axminster dokuma makineleri (vandewiele.com)

Halı deseninde yer alan renklere uygun şekilde çalgıkta dizimi yapılan hav ipliklerinin seçimi, güncel makinelerde kullanılan elektronik jakar sistemi tarafından kontrol edilmektedir. Hav ipliklerinin yan yana konumlandırıldığı iplik taşıyıcı petek sisteminin, jakardan gelen komut ile alacağı pozisyona göre gripper tarafından hav ipliği tutulmakta ve ardından bıçak yardımıyla istenen hav boyunda kesilmektedir (Crawshaw, 2002; Goswami, 2009; Dalcı, 2006). Şekil 9’da taşıyıcı petek sisteminden hav ipliklerinin gripper tarafından tutulması, Şekil 10’da ise hav ipliklerinin halı yapısına dahil edilmesi görülmektedir.



Şekil 9. Taşıyıcı petek sisteminden hav ipliklerinin gripper tarafından tutulması (Crawshaw, 2002)



Şekil 10. Hav ipliklerinin halı yapısına dahil edilmesi (Crawshaw, 2002)

Günümüz halı endüstrisi tarafından yaygın şekilde tercih edilen halı dokuma teknolojisi olan yüz yüze wilton sisteminde, alt ve üst halı aynı anda dokunmakta ve eşzamanlı olarak iki halı zeminini birbirine bağlayan hav iplikleri kesilerek, iki ayrı halı elde edilmektedir. Bu sistemde, hav olarak halı yüzeyinde görünmeyen iplikler halı yapısı içerisinde kalmaktadır. Bir başka ifade ile, wilton dokuma tekniği sürekli çalışan bir sistemdir, yani cağıktan sağılan hav iplikleri desene uygun olmasa bile halı yapısına

dahil olmaktadır. Bu durum iplik tüketimini artırmakta ve maliyetleri yükseltmektedir. Öte yandan, axminster sisteminde yalnızca gerekli olan hav ipliği kullanılmaktadır, yani desene göre hangi renk hav ipliği kullanılacaksa, sadece o iplik halı yapısına dahil edilmektedir. Kullanılmayan hav iplikleri ise halı yapısına dahil edilmediğinden gereksiz iplik tüketimi olmamaktadır. Axminster sisteminde gripper tarafından tutulan hav ipliğinin bıçak vasıtasıyla istenen hav boyunda kesilmesi de axminster tekniğini wilton tekniğinden ayıran diğer özelliklerden birisidir. Axminster tekniğinde hav ipliklerinin kesilerek halı yapısına dahil edilmesi, halı zemin yapısında ölü hav bulunmasını da engellemektedir. Bu durum axminster sistemindeki iplik sarfiyatının wilton sistemine göre daha az olmasını sağladığından, yün, poliamid gibi yüksek maliyetli liflerin axminster sisteminde kullanımına imkân tanımaktadır (Crawshaw, 2002; Goswami, 2009).

6. GRIPPER AXMINSTER HALI ÜRETİM TEKNOLOJİSİNİN WILTON TEKNOLOJİSİNE GÖRE AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Avantajlar:

- Axminster sistemi wilton tekniğine göre daha fazla renk ve desen kapasitesine sahiptir.
- Halı yapısında ölü hav bulunmadığından, iplik sarfiyatı daha düşüktür.
- İplik sarfiyatının düşük olması, wilton tekniğinde çok tercih edilmeyen yün, poliamid ve karışımları gibi maliyeti daha yüksek hav ipliklerinin kullanımına olanak sağlamaktadır. Bu sebepten, lüks halı üretimine hitap etmektedir.

Dezavantajlar:

- Axminster sisteminin üretim hızı wilton tekniğine göre daha düşüktür. Wilton tekniğinde hav iplikleri halı yapısı içerisine devamlı beslendiğinden üretim hızı daha yüksek olmaktadır. Axminster tekniğinde ise her atkı atımı için, hav ipliklerinin ayrı gripper hareketiyle seçilmesi makine hızını düşürmektedir.
- Axminster tekniğinde kesik hav yapısında halı üretimi yapılırken, wilton tekniğinde kesik havlı, bukle havlı ve sisal görünümlü halılar üretmek mümkündür.
- Axminster tekniğinde tek yüz halı üretimi yapılırken, yüz yüze wilton tekniğinde aynı anda iki halının üretilmesi mümkündür. Bu durum, birim zamanda elde edilen ürün miktarının axminster sisteminde daha az olmasına ve dolayısıyla birim maliyetin artmasına neden olmaktadır.

KAYNAKLAR

Crawshaw, G.H. (2002). Carpet Manufacture. 1st Edition. Woodhead Publishing Limited, United Kingdom.

Dalcı, S. (2006). Makine Halısı Üretim Parametrelerinin Halı Performansına Olan Et-kilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Goswami, K.K. (2009). Advances in Carpet Manufacture. 1st Edition. Woodhead Publishing Limited, United Kingdom.

<https://bloomsburgcarpet.com/resources/weave-structures/>

http://carpetinfo.co.uk/carpet_news/product_knowledge/Axminster_Woven/axminster_woven.htm

<https://tr.lenadolooms.com/other-weaving-loom/carpet-weaving-loom.html>

<https://vandewiele-weaving.com/machines/max91>

<https://www.woolwise.com/wp-content/uploads/2017/07/Wool-482-582-08-T-22.pdf>



HALIYA UYGULANAN MEKANİK ETKİLERİN TESPİTİNDE KULLANILAN PERFORMANS TESTLERİ

“ ”

Gülbin FİDAN¹

Hatice Kübra KAYNAK²

1 Gaziantep Üniversitesi Naci Topçuoğlu Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü,
Halıcılık ve Kilimcilik Programı, 0000-0002-7958-2626

2 Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü,
0000-0001-6548-3398

1. GİRİŞ

Halıların yapısal özellikleri, halı kalite ve performansında önemli rol oynamaktadır. Halı yapısında kullanılan ipliklerin hammaddesi, hav ipliklerininilmek yapısı, hav sıklığı, hav yüksekliğı, zemin dokusundaki iplik bağılantıları, zemin dokusundaki ipliklerin yapısı ve sıklığı gibi özellikler halı kalitesi ve performansı açısından en belirleyici yapısal özelliklerdir. Halılar kullanım alanlarına bağılı olarak; yürüme trafiğı, temizlik prosesleri ve mobilyaların altında uzun veya kısa süreli yük altında kalma gibi çeşitli mekanik etkilere maruz kalmaktadırlar. Bu etkiler, hav ipliklerinde bükülme, hav deformasyonu ve lif dolaşıklığına neden olarak belirli bir kullanım süresi sonrasında halının görünüm özelliklerinde bozulmaya sebep olur.

Halı performansını etkileyen temel yapısal parametreleri belirlemek amacıyla literatürde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Literatürdeki bulgulara göre; hav ipliğinin hammaddesi, hav ipliğinin karakteristikleri ve halının yapısal özellikleri halı performans üzerinde belirleyici etkilere sahiptir (Berkalp & nder, 2001; Uskaner & Sarioglu, 2009; elik & Koç, 2010; Korkmaz & Koçer, 2010; Dayiary vd., 2010; zdil vd., 2011; Sheikhi vd., 2012; Erdoğın, 2012; Javidpanah vd., 2014; Ishtiaque vd., 2015; Javidpanah vd., 2015; Vuruşkan, 2017; elik, 2017; Babaarslan vd., 2017; Sarıoğlu vd., 2019; Kaynak & elik, 2023). Literatürde yapılan çalışmaların sonuçları incelendiğinde, halı yapısal özelliklerinin mekanik etkiler sonucunda tespit edilen performans özelliklerine etkilerinin belirgin olması nedeniyle bu kitap bölümünde öncelikle halı yapısal özellik ölçümleri ve sonrasında performans testleri anlatılmaktadır.

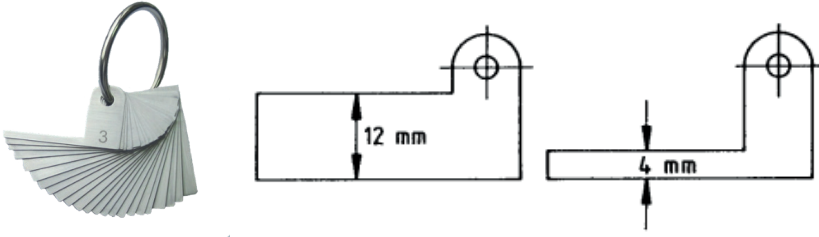
2. HALI YAPISAL ÖZELLİK ÖLÇÜMLERİ

2.1. Hav Sıklığı lm

Hav sıklığı, halılarda birim alan ve birim uzunluktaki hav ipliğı sayısını ifade etmektedir. TS ISO 1763 standardına göre, en az 10 cm’lik uzunluk boyunca kenara paralel ve buna dik olacak şekilde hav ipliğı sayılır. İhtiyaç duyulması halinde birim uzunluktaki hav sayıları çarpılarak birim alandaki hav ipliğı sayısı şeklinde ifade edilebilir (TS ISO 1763).

2.2. Hav Yksekliğı lm

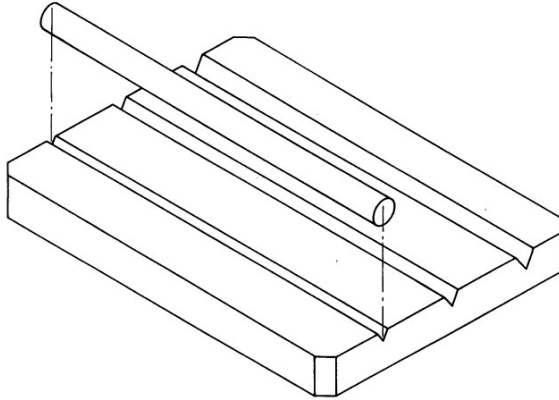
Hav yüksekliğı, halı sırtından halı yüzeyine kadar olan hav ipliğinin yksekliğıdir. Hav yüksekliğı küçük bir cetvel veya “daldırma ubuğ” yardımı ile ölçülebilmektedir. Bilinen yksekliğıe sahip daldırma ubuğnun (şekil 1) hav ipliklerinin içerisine yerleştirilmesi ve hangi daldırma ubuğnun hav yksekliğıne karşılık geldiğinin belirlenmesiyle tespit edilir. (Woolmark TM20, BS4223).



Şekil 1. Daldırma çubuğu

2.3. Hav Uzunluğu Ölçümü

Hav uzunluğu, hav ipliğinin halı sırtı içerisinde kalan kısmını da kapsayan iplik uzunluğu olarak ifade edilmektedir. Halının üretim teknolojisine veya wilton tipi halı dokumacılığında sırt desenine bağlı olarak hav uzunluğu değişebilmektedir. Bu nedenle halı yapısından dışarı çıkarılan hav ipliği uzunluğunun belirlenmesi şeklinde tespit edilmektedir.



Şekil 2. Hav uzunluğu ölçüm bloğu

Bu test kapsamında halıdan çıkarılan hav ipliği, hav uzunluğu ölçüm bloğu (Şekil 2) üzerindeki oyuklardan kalınlığına uygun olanına yerleştirilir. Ölçüm bloğunun üzerinde 3 farklı boyutta oyuk bulunmaktadır. Bu oyuklar farklı kalınlıklardaki hav ipliklerinin yerleştirilebilmesini sağlamak amacıyla farklı boyutlardadır. İpliğin üzerine cam çubuk yerleştirilir ve ipliğin oyuk içerisine düzgün bir şekilde yerleşimi sağlanacak kadar baskı uygulanır. Daha sonra bir cetvel yardımıyla hav ipliğinin uzunluğu blok üzerinde ölçülür (BS 4223).

2.4. Halı Kalınlığı Ölçümü

Halı kalınlığı, halının en önemli fiziksel özelliklerinden biridir. TS 3374 ISO 1765 standardına göre halı kalınlığının ölçümü, kalınlık ölçüm cihazı (Şekil 3) ile standart basınç ($2 \pm 0,2$ kPa) altında gerçekleştirilmektedir. Halı kalınlık ölçümünde, referans levhası üzerine konulan ve havlı yüzeyi üste

gelecek şekilde yerleştirilen halı numunesinin üzerine yavaşça baskı ayağı indirilerek 30 saniye sonra kalınlık değeri ölçülmektedir. Test işlemi sırasında, baskı ayağının numunenin kenarlarında en az 20 mm içeride kalmasına ve deney numunesinin hareket ettirilmemesine dikkat edilmesi gerekmektedir (TS 3374 ISO 1765).



Şekil 3. Halı kalınlık ölçüm cihazları

2.5. Hav Kalınlığı Ölçümü

Hav kalınlığı, hav ipliklerine $2\pm 0,2$ kPa basınç uygulanması durumundaki kalınlık olarak ifade edilmektedir. Hav kalınlığı için tahribatlı ve tahribatsız olmak üzere iki farklı standart yöntem bulunmaktadır. Tahribatlı yöntemde TS 7125 ISO 1766 standardı uygulanır. Bu kapsamda öncelikle halı numunelerinin kalınlığı TS 3374 ISO 1765 standardına göre ölçülür. Daha sonra kalınlıkları ölçülen bu numuneler üzerindeki hav iplikleri kesilerek uzaklaştırılır. Hav iplikleri kesilerek geriye sadece sırt yapısı kalan numunelerin kalınlığı $2\pm 0,2$ kPa basınç altında ölçülür. İlk alınan ölçümlerin ortalamasından ikinci ölçümlerin ortalamasının çıkarılması suretiyle hav kalınlığı değeri bulunur.

Hav kalınlığı ölçümü için uygulanan tahribatsız standart yöntemde Şekil 4'te görülen hav kalınlığı ölçüm cihazı kullanılmaktadır. Bu yöntemde, cihaz halı numunesi üzerine konumlandırılmakta ve altı iğneli ayaklar halı sırtına temas edene kadar hav tabakasının içine doğru girmektedir. Bu esnada baskı ayağı havların üzerine basınç uygulamaktadır. Hav kalınlığı, cihazın göstergesinden okunur. Böylelikle halı kalınlığı ölçümü esnasında kalınlık ölçümüne dahil edilen halı sırtı hariç bırakılarak sadece hav ipliklerinden kaynaklanan kalınlık ölçümü gerçekleştirilmiş olur (TS ISO 10834).



Şekil 4. Hav kalınlığı ölçüm cihazı

3. MEKANİK ETKİLERİN TESPİTİNDE KULLANILAN HALI PERFORMANS TESTLERİ

3.1. İlmek Çıkarma Kuvveti Tayini

İlmek çıkarma kuvveti tayini, kesik veya ilmek yapısındaki hav ipliğini halı yapısından çıkarmak için havın ucunu çekecek maksimum kuvvetin belirlenmesi prensibine dayanmaktadır. TS ISO 4919 standardına göre halı numunesi test cihazına (Şekil 5) yerleştirildikten sonra, sadece bir hav ipliğini kavrayacak şekilde hav ipliği tutulmakta ve hav ipliği halı yapısından çıkarılana kadar düşey yönde bir çekme kuvveti uygulanmaktadır. Uygulanan çekme kuvveti cihaz üzerindeki göstergeden okunmakta ve bu sayede hav ipliğinin halı yapısından çıkarılması için gerekli kuvvet tespit edilmektedir (TS ISO 4919).



Şekil 5. İlmek çıkarma test cihazları

İlmek çıkarma kuvveti belirlenirken, çekilerek çıkarılması amaçlanan hav ipliği ile beraber başka hav ipliği de çıkmışsa testin iptal edilmesi gerekmektedir. Test, aralarında en az 25 mm mesafe bulunan, en az 20 ilmek için tekrarlanarak ortalama sonucun hesaplanması ile tamamlanmaktadır. Ölçümü yapılması istenen halı numunesinde, kesik ve ilmek yapısındaki hav ipliklerinin birlikte bulunması durumunda, hav iplik tipinin veya numarasının farklı olması durumunda, her biri hav çeşidinin ayrı ayrı teste tabi tutulması gerekmektedir.

3.2. Statik Yükleme Sonrası Kalınlık Kaybı Testleri

Hav kalınlığı tüketicilere halı kalitesi hakkında fikir veren önemli bir özelliktir. Halı yüzeyinde sabit konumlu duran mobilya ve türevi olan eşyaların uyguladığı statik yükler sebebiyle hav ipliklerinde kalınlık kayıpları ve dolayısıyla halı yüzeyinde deformasyon meydana gelmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Mobilya ağırlığına maruz kalan halı yüzeyinde görülen deformasyon

Halılar, kullanım sonrasında statik yüklemeler sonucunda oluşabilecek deformasyonların önceden tespit edilebilmesi amacı ile statik yükleme sonrası kalınlık kaybı testlerine tabi tutulmaktadır. Bu testler, yükleme öncesi ve sonrasında kalınlık ölçümleri yapılarak, kalınlık kaybının tespit edilmesi prensibine dayanmaktadır. Statik yükleme sonrası kalınlık kaybı testinin iki farklı türü bulunmaktadır:

- Orta Ölçüde Kısa Süreli Statik Yüklemeden Sonra Kalınlık Kaybı Tayini
- Uzun Süreli Ağır Statik Yüklemeden Sonra Sonrası Kalınlık Kaybı Tayini

3.2.1. Orta Ölçüde Kısa Süreli Statik Yüklemeden Sonra Kalınlık Kaybı Tayini

Halıların orta ölçüde ve kısa süreli statik yüklemeye maruz bırakılması suretiyle TS 3378 standardı dahilinde yapılan bu test, sandalye ayağı gibi halı yapısına kısa süreliğine uygulanan statik yükleri simüle etmektedir. Bu testte öncelikle standart basınç altında ($2\pm0,2$ kPa) halı numunesinin başlangıç kalınlığı ölçülmektedir. Sonrasında, halı numunesi statik yükleme cihazına yerleştirilerek 2 saat süreyle 220 kPa basınç uygulamasına maruz bırakılmaktadır. 2 saatin sonunda öncelikle 220 kPa basınç altında kalınlık değeri ölçülür. Sonrasında yük kaldırılır ve 15, 30, 60 dakika dinlendirme sürelerinin sonunda halı kalınlıkları standart basınç altında ($2\pm0,2$ kPa) ölçülür. Deney sonunda alınan veriler ile ilk kalınlık ile 220 kPa basınç altındaki kalınlık değerleri göz önüne alınarak kalınlık kaybı ve ilk kalınlık ve dinlendirme süreleri sonunda alınan değerleri göz önüne alınarak kalınlık kaybı hesaplanmaktadır (TS 3378). TS 3378 standardı kapsamında statik yük uygulamasının yapılabildiği ticari bir test cihazı veya test düzeneği bulunmamaktadır.

3.2.2. Uzun Süreli Ağır Statik Yüklemeden Sonra Kalınlık Kaybı Tayini

Halıların uzun süreli, ağır statik yüklemeye maruz bırakılması suretiyle TS 7578 standardına göre yapılan bu test, ağır mobilyalar gibi halı yapısına uzun süre boyunca uygulanan yükleri simüle etmek amacıyla yapılmaktadır. Bu test kapsamında öncelikle standart basınç altında ($2\pm0,2$ kPa) halı numunesinin başlangıç kalınlığı ölçülür. Daha sonra halı numunesine, 24 saat boyunca 700 kPa yük uygulanır. 24 saatlik yük uygulama süresinin sonunda yük kaldırılır. Numunenin kalınlığı 1 saat ve 24 saat dinlendirme sürelerinin sonunda standart basınç altında ($2\pm0,2$ kPa) tekrar ölçülür. Yük uygulanmadan önceki kalınlık değeri ve bekleme süreleri sonunda elde edilen kalınlık değerleri kullanılarak, kalınlık kaybı tayini yapılır. Bu testin yapılabilmesi için Şekil 7'de verilen test düzeneği ve kalınlık ölçüm cihazına ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 7. Statik yükleme test düzeneği

3.3. Sıkıştırma ve Geri Dönme Testi

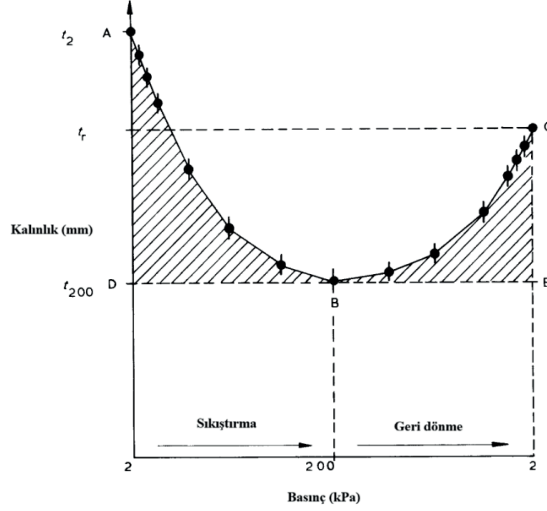
Halı sıkıştırma ve geri dönme testi, BS 4098 standardına göre, halı numunesi üzerine farklı seviyelerde basınç uygulanmasını sağlayan bir ağırlık setinin (2 kPa, 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa, 50 kPa, 150 kPa, 200 kPa) öncelikle düşükten yükseğe ve daha sonra yüksektan düşüğe olacak şekilde uygulanması esnasında kalınlık ölçümünün yapılması prensibine dayanır. Bu ölçüm ağırlık setine sahip kalınlık ölçüm cihazı kullanılarak yapılmaktadır. Dolayısıyla ayrı bir cihaz gerektirmezken, kalınlık ölçüm cihazına ek bir ağırlık setinin (Şekil 8) bulunması gerekir.



Şekil 8. Kalınlık ölçüm cihazı ve sıkıştırma geri dönme testi ağırlık seti

Halı numunesi öncelikle halı kalınlık ölçüm cihazına yerleştirilir ve ölçümlerde herhangi bir problem yaşanmaması adına, numune üzerine ağırlıkların yüklenmesi ve kaldırılması esnasında baskı ayağının hareket etmemesine dikkat edilmesi gerekmektedir. Standartta esas olan ölçümlerin alınabilmesi için öncelikle cihaza ağırlık yüklenmeden 2 kPa basınçta halı kalınlığı ölçülür. Sonrasında ağırlık setindeki ağırlıklar düşükten yükseğe

doğru uygulanır ve her ağırlık yüklendikten 30 saniye sonra kalınlık değeri ölçülür. En yüksek ağırlık uygulamasından sonra ağırlıklar sırasıyla kaldırılarak 30 saniye sonrasında kalınlık değerleri ölçülür. Bu şekilde halının artan yük altında sıkıştırılabilme davranışı ve yük kaldırıldıktan sonra gösterdiği geri dönme davranışı incelenir. Elde edilen verilerden Şekil 9'da verilen kalınlık-basınç grafiği elde edilir.



Şekil 9. Halı sıkıştırma ve geri dönme testi için kalınlık-basınç grafiği (BS 4098)

t_2 (A noktası): 2 kPa yük altındaki halı kalınlığı

t_{200} (B noktası): 200 kPa yük altındaki halı kalınlığı

t_r (C noktası): Yük kaldırıldıktan sonra halı kalınlığı

Elde edilen verilerden, sıkıştırılabilirlik, sıkıştırma iş miktarı, kalınlık geri dönme yüzdesi, sıkıştırma geri dönme yüzdesi, geri dönme iş miktarı, geri dönme işi yüzdesi hesaplanabilir.

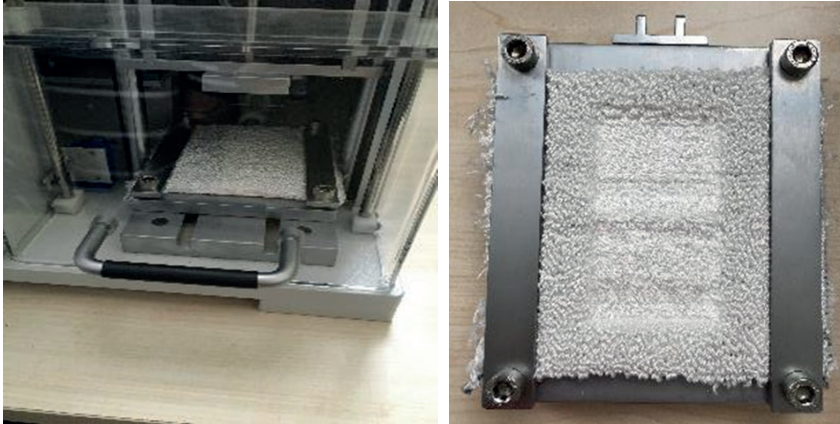
3.4. Dinamik Yük Altında Kalınlık Kaybının Tayini

Dinamik yük altında kalınlık kaybı testi Şekil 10'da görülen dinamik yükleme cihazı yardımıyla, yürüme trafiği sonucunda halı yüzeyinde oluşabilecek kalınlık azalmasının belirlenebilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Halının belirli sayıda standart darbeye maruz bırakılmasından önce ve sonra 2 kPa standart basınç altında tayin edilen halı kalınlık değerleri arasındaki farkın hesaplanması ile tespit edilmektedir (TS 3375 ISO 2094). Bu nedenle bu testin gerçekleştirilebilmesi için dinamik yükleme cihazı ile birlikte kalınlık ölçüm cihazı da bulunmalıdır.



Şekil 10. Dinamik yükleme test cihazı

Dinamik yükleme test cihazının çalışma prensibi, altında iki çelik ayağı bulunan 1279 ± 13 gramlık bir ağırlık parçasının, numune üzerine 4,3 saniyede bir 63 mm'den serbestçe düşürülerek darbe yapması esasına dayanmaktadır. Uygulanan dikey kuvvetleri yaymak için halı numunesi test cihazında ileri ve geri hareket etmektedir. Halı numunesi cihaza yerleştirilmeden önce kalınlık ölçüm cihazında kalınlık ölçümü yapılmakta ve sonrasında halı kalınlık ölçümleri 50, 100, 200 ve 1000 darbe sayılarından sonra tekrar yapılmaktadır, ancak istenilen durumlarda daha fazla sayıda darbe uygulanabilmektedir (Fidan, 2022). İlaveten, istenirse deney parçasının kalınlığı dinlendirme süresi sonrasında da ölçülebilir. Şekil 11'de dinamik yükleme test cihazında halı numunesinin yerleşimi ve dinamik yükleme sonrası yüzey görünümü belirgin bir şekilde değişen halı numunesi görülmektedir.



Şekil 11. Dinamik yükleme test cihazında halı numunesinin yerleşimi (solda) ve darbe uygulanmış numunedeki yüzey görünümü değişimi (sağda)

Belirtilen sayıda darbeden sonra kalınlık kaybı, dinamik yükleme öncesi belirlenen ve darbe uygulaması sonrasında belirlenen iki kalınlık değeri kullanılarak hesaplanır.

3.5. Görünümü Muhafaza Etme Derecesinin Tayini

Görünümü muhafaza etme derecesinin tayini, bütün tekstil yer döşemelerinin yüzey yapısındaki değişiklikler ve mekanik yaşlanmadan dolayı meydana gelen renk değişmesi sonucu oluşan görünüşteki değişikliği değerlendirmek için uygulanan işlemleri kapsamaktadır.

3.5.1. Hexapod Tambur Deney Cihazı Kullanılarak Görünüşteki Değişikliğin Değerlendirilmesi

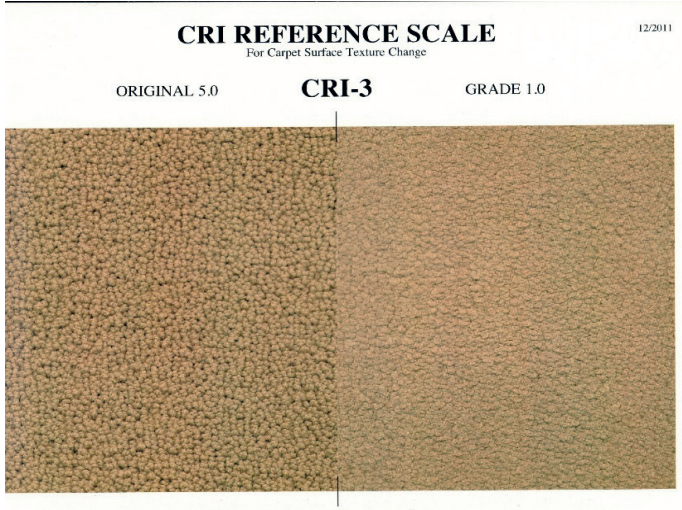
Hexapod tambur deney cihazı kullanılarak görünüşteki değişikliğin değerlendirilmesi TS ISO 23122 standardına göre yapılmaktadır. Hexapod testi öncesinde, halı numuneleri polietilen levha üzerine, halının yüzeyi dışarıda kalacak şekilde çift taraflı bant yardımıyla yapıştırılır. Sonrasında, üzerine numune yapıştırılan levha tambur içerisine yerleştirilir, hexapod ismi verilen altı adet çıkıntısı bulunan top tambur içerisine koyulup tamburun kapağı kapatılır ve tambur cihaz üzerine yerleştirilir (Şekil 12).



Şekil 12. Hexapod test cihazına numune yerleşimi

Tambur test cihazına yerleştirildikten sonra, TS EN 1307+A3 standardı göz önüne alınarak halının kullanım alanına göre sınıflandırılması yapılarak kısa ve uzun süreli test şartı seçilir. Bahsi geçen standarda göre; kısa süreli test şartı için test cihazının 4.000 devri sonrasında ve uzun süreli test şartı için ise test cihazının 12.000 devri sonrası değerlendirme yapılır. Her iki test şartı için cihazın her 2.000 devri tamamlandıktan sonra, vakumlu temizleyici ile halı numunesinin üzerindeki hav artıklarının temizlenmesi gerekir. Vakumlu temizleyici, numune uzun kenarına paralel yönde, halı numunesinin tamamının üzerinden geçecek ve son geçiş işlemi hav yönünde olacak şekilde deney parçası üzerinden ileri ve geriye doğru dört defa hareket ettirilerek yüzey temizleme işlemi yapılır. Yüzeyi temizlenen numune, havlı yüzeyi üstte olacak şekilde en az 24 saat düz bir zeminde standart atmosfer şartlarında bırakılır. Şartlandırılan halı numuneleri, TS EN ISO 9405'e göre Şekil 13'te bir örneği görülen görünüm değerlendirme skalaları yardımıyla değerlendirilmektedir. Numuneler, 1 ila 5 arasında ve gerektiğinde ara değerler verilerek sınıflandırılır.

1. Görünümde çok fazla değişim var
2. Görünüme çok fazla değişme var
3. Görünümde orta derecede değişme var
4. Görünümde az değişme var
5. Görünümde hiç değişiklik yok



Şekil 13. Hexapod testi değerlendirmesinde kullanılan referans görünüm skalası örneği

3.5.2. Vattermann Tambur Deney Cihazı Kullanılarak Görünüşteki Değişikliğin Değerlendirilmesi

Halı endüstrisinde, genel olarak hexapod testi kabul görmektedir. Vatterman testi, hezapod tamburuna alternatif olarak kullanılan ve TS ISO 23106 standardına göre gerçekleştirilebilen bir test yöntemidir. Şekil 14'te görülen, 730 ± 10 mm iç çap mesafesine sahip tamburun içerisine yerleştirilen halı numunesinin, bu tambur içerisinde serbest halde yuvarlanan ve numuneye çarpan, 7600 ± 100 gram ağırlığa sahip çelik bir top yardımıyla aşındırılması prensibine dayanır. Çelik aşındırma topu üzerinde 14 adet kauçuk aşındırma ucu yer alır.



Şekil 14. Vettermann test tamburu ve aşındırma amacıyla kullanılan çelik top

TS EN 1307+A3 standardı göz önüne alınarak halının kullanım alanına göre sınıflandırılması yapılarak kısa ve uzun süreli test şartı seçilebilir. Kısa süreli test için 5.000 devir ve uzun süreli test için 22.000 uygulanır. Vakumlu temizleyici, numune uzun kenarına paralel yönde, son geçiş işlemi hav yönünde olacak şekilde ileri ve geriye doğru dört defa hareket ettirilerek yüzey temizleme işlemi yapılır. Yüzeyi temizlenen numune, havlı yüzeyi üstte olacak şekilde en az 24 saat düz bir zeminde standart atmosfer şartlarında bırakılır. Şartlandırılan halı numuneleri, TS EN ISO 9405'e göre değerlendirme skalaları yardımıyla değerlendirilmektedir.

3.6. Aşınma Dayanımı Testi

Aşınma dayanımı testi, BS EN 1813 standartlarına göre hav ipliğinde en az %80 yün içeren ve Woolmark TM 283 standardına göre hav ipliğinde en az %80 yeni yün içeren halılara uygulanabilen bir test yöntemidir. Halı numunesinin standart bir aşındırma kumaşı ile yüz yüze gelecek şekilde sürtünmeye maruz bırakılarak aşındırılması prensibine dayanır. Halı test numunesi 38 mm çapında bir daire şeklinde kesilir ve Şekil 15'te görülen halı cihazında üstte kalan numune tutucuya yerleştirilir. Aşındırma kumaşı ise 140 mm çapında kesilir ve cihazda altta kalan numune tutucuya yerleştirilir. Böylelikle her iki numune yüz yüze gelecek şekilde ve test numunesine 0,56 kg/cm² basınç uygulanacak şekilde aşındırma işlemine tabi tutulur.



Şekil 19. *Aşınma dayanımı test cihazı*

Test kapsamında aşınma dayanımının tespiti için ağırlık kaybı değerlendirilir. Bu kapsamda öncelikle numune tutucuya yerleştirilmiş haldeki numunenin ağırlığı tespit edilir. Sonrasında aşınma test cihazı ile 5000 sürtme devri uygulanır ve tutucudaki numunenin ağırlığı tekrar tartılır. Aşındırma öncesi ve sonrası ağırlık değerlerinden ağırlık kaybı hesaplanır ve ağırlık kaybı ilk ağırlık değerine oranlanarak yüzde cinsinden ifade edilebilir.

4. DEĞERLENDİRME

Halı bir tekstil ürünü olarak ısı ve ses yalıtımı gibi fonksiyonel özelliklerinden yararlanılmak amacıyla kullanılmasının yanı sıra dekoratif amaçlı olarak da kullanılan hacimli bir tekstil ürünüdür. Halılar, ev gibi dar yaşam alanlarında ve oteller, ibadethaneler, etkinlik alanları gibi geniş alanlarda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarında statik ve dinamik birçok mekanik etkiye maruz kalmaktadırlar. Bu etkiler zamanla halının yüzeyinde bulunan hav ipliklerinin görünümünde bozulmalara yol açmaktadır. Meydana gelen görünüm bozulmaları sonucunda kullanıcıda halının eskidiği ve kullanım ömrünü tamamladığı algısı oluşturmaktadır. Hacimli bir ürün olan halının eskimesi ve böylelikle faydalı kullanım ömrünü tamamlaması tüketici için istenmeyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Üretici açısından ise faydalı kullanım ömrünün kısa olması kalitesiz üretime işaret eden önemli bir prestij kaybı olarak kendini göstermektedir. Bu nedenle bu kitap bölümünde anlatılan test yöntemlerinin ürün geliştirme süreçlerinde uygulanması ve ürünlerin yaklaşık faydalı ömürlerinin belirlenmesi ve eğer gerekirse seri üretime geçmeden önce önlemler alınarak ürün kalitelerinin iyileştirilmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Babaarslan, O., Sarioğlu, E., & Or, S.Z. (2017). Compressibility and resiliency properties of wilton type woven carpets produced with different fiber blend ratio. *17th World Textile Conference AUTEX 2017- Textiles - Shaping the Future*, Corfu Island, Greece.
- Berkalp, Ö.B., & Önder, E. (2001). Effects of different structural parameters on carpet physical properties. *Textile Research Journal*, 71(6), 549-555.
- BS 4223 Determination of constructional details of textile floor coverings with yarn pile.
- BS 4098. Method for the determination of thickness, compression and recovery characteristics of textile floor coverings.
- BS EN 1813:1998 Textile floor coverings. Determination of wool fibre integrity using an abrasion machine.
- Çelik, N., & Koc, E. (2010). Study on the thickness loss of Wilton-type carpets under dynamic loading. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 18(78), 54-59.
- Çelik, H.İ. (2017). Effects of fiber linear density on acrylic carpet performance. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 12(1), 1-11.
- Dayiary, M., Shaikhzadeh Najar, S., & Shamsi, M. (2010). An experimental verification of cut-pile carpet compression behavior. *The Journal of the Textile Institute*, 101(6), 488-494, doi: 10.1080/00405000802542242.
- Erdoğan, Ü.H. (2012). Effect of pile fiber cross section shape on compression properties of polypropylene carpets. *The Journal of the Textile Institute*, 103(12), 1369-1375. doi:10.1080/00405000.2012.685558.
- Fidan, G. (2022). Halı Üretiminde Kullanılması Amacıyla Pes Liflerinin Performans Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Ishtiaque, S.M., Sen, K., & Kumar, A. (2015). Influence of yarn structures; part A: on carpet compressional performance under static and dynamic conditions. *The Journal of the Textile Institute*, 106(11), 1190-1202. doi: 10.1080/00405000.2014.982373
- Javidpanah, M., Shaikhzadeh Najar, S., & Dayiary, M. (2014). Study on thickness loss of cut-pile carpet produced with heat process-modified polyester pile yarn. Part I: static loading, *The Journal of the Textile Institute*, 105(12), 1265-1271. doi: 10.1080/00405000.2013. 876151.
- Javidpanah, M., Shaikhzadeh Najar, S., & Dayiary, M. (2015). Study on thickness loss of cut-pile carpet produced with heat process modified polyester pile yarn. Part II: dynamic loading. *The Journal of the Textile Institute*, 106(3), 236-241. doi: 10.1080/00405000. 2014.912784.
- Kaynak, H.K. & Çelik, H.İ. (2023). Performance properties of machine woven carpets produced from splittable microfilament pile yarns. *The Journal of The Textile Institute*, 114:11, pp:1750-1757, DOI: 10.1080/00405000.2022.2145451

- Korkmaz, Y., & Kocer, S.D. (2010). Resilience behaviors of woven acrylic carpets under short and long-term static loading. *The Journal of the Textile Institute*, 101(3), 236-241. doi:10.1080/00405000802376161.
- zdil, N., Bozdoğan, F., zelik, K.G., & Meng, G.S. (2014). Compressibility and thickness recovery characteristics of carpets. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3, 203-211.
- Sarioğlu, E., Kaynak, H.K., elik, H.İ., & Vuruşkan, D. (2019). Effects of structural parameters on compressibility and soiling properties of machine woven carpets, *The Journal of The Textile Institute*, Vol. 110, No:9, pp:1263-1270.
- Sheikhi, H., Shaikhzadeh N.S., Etrati, S.M., & Bidgoly, M.D. (2012). Effect of the acrylic fibre blend ratio on carpet pile yarn compression behavior. *Fibres & Textiles In Eastern Europe*, 20(93), 77-81.
- TM 20 Woolmark test method: Pile height of floorcoverings
- TM 283 Woolmark Test Method: Wool carpet pile abrasion (weight loss method).
- TS 7125 ISO 1766 Tekstil Yer Döşemeleri – Sırt zerindeki Hav Yüksekliğinin Tayini
- TS EN 1307 +A3 Tekstil yer döşemeleri sınıflandırma
- TS ISO 10834 Tekstil yer döşemeleri - Taban zerindeki hav yüksekliğinin hasarsız llmesi - Wronz gösterge metodu
- TS 3374 ISO 1765 Tekstil yer döşemeleri, Makina yapısı, Kalınlık tayini.
- TS ISO 4919. Halılarda, ilmek çıkarma kuvveti tayini.
- TS ISO 1763 Tekstil zemin kaplamaları - Birim uzunluk ve birim alan başına tutam ve/veya ilmek sayısının belirlenmesi
- TS 3378 Tekstil yer döşemeleri, Makina yapısı, Orta ölçüde, kısa süreli statik yüklemeden sonra kalınlık azalması tayini.
- TS 7578 Tekstil yer döşemeleri-Uzun süreli statik yüklemeden sonra kalınlık kaybının tayini.
- TS 3375 ISO 2094 Tekstil Yer Döşemeleri, Dinamik Yük Altında Kalınlık Kaybının Tayini.
- TS EN ISO 9405 Tekstil yer döşemeleri- Görünüşteki değişikliğin değerlendirilmesi
- TS ISO 23106 Tekstil yer döşemeleri - Vettermann tambur deney cihazı kullanılarak görünüşteki değişikliğin değerlendirilmesi
- TS ISO 23122 Tekstil yer döşemeleri - Hexapod tambur deney cihazı kullanılarak görünüşteki değişikliğin değerlendirilme
- Uskaner, F., & Sarioğlu, E. (2009). The effect of the carpet production steps on the strength of the warp yarns. *The Journal of Textiles and Engineers*, 14(67), 17-22.
- Vuruşkan, D. (2017). Carpet fiber mobility due to traffic wear. *Industria Textila*, 68(3), 208-212.



TÜRK HALILARINDA KULLANILAN MOTİFLER

“ ”

Nazan AVCIOĞLU KALEBEK¹

¹ Gaziantep Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Geleneksel Türk Sanatları Bölümü Halı Tasarımı Programı nkalebek@gantep.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1840-034X

1.GİRİŞ

Kültürümüzün bir parçası olan halıların; üstünde oturulan, yatılan, namaz kılınan, tahta serilen çeşitleri bulunmakla birlikte, Kuran alfabelerinin yer aldığı ayaklar altında basılmaya kıyılmayanları da duvarlara asılmaktadır. Zamanla ifade aracı haline gelen halılar sanat eseri kalitesine kadar yükselmiştir. Bir zamanlar Türk halkının yaşam sürdürdüğü, Sibiry'a'daki Altay Dağları'ndaki Pazırık kurganında tarihte bilinen en eski halı örneği bulunmuştur. Halının bu bölgeden tüm Dünya'ya yayıldığı düşünülmektedir. Halının Asya Hunları tarafından III. ve II.yy'da dokunduğu bilgisi, Türkolog Osman Nedim Tuna'nın kurgandaki koşum takımlarında Türkçe karakterlerin bulunduğunu bildirmesinden sonra kabul edilmiştir. Bu halı, günümüzde Leningrad Ermitaj Müzesi'nde sergilenmektedir (Bekir, 2005; Aslanapa, 1997).

Köklü bir kültür birikimine sahip, M.Ö. 6800 yıllara kadar uzanan Anadolu'da dokunan Türk dokumalarındaki en önemli unsur motif özellikleridir. Motifler, farklı biçimlerde kompozisyon oluşturarak desenleri oluştururlar. Sanat eseri niteliğinde olan Anadolu dokumaları; renkleri, motif çeşitliliği ve kompozisyonları açısından önemli bir yer tutmaktadır. Tarih öncesi dönemlerden günümüze dek motifler, insanoğlunun ortak bir ifade biçimi haline gelmiştir (Oyman, 2024). Tarih boyunca Anadolu'da yaşamış olan uygarlıklar, kültürel ve sanatsal olarak desenlerden oluşan görsel bir dil oluşturmaktadır (Uğurlu, 2018). Anadolu'da yaşamış her yöre insanı, doğada gördüğü somut nesneleri, insan silüetlerini, hayvan türlerini ve bitkileri dokuma tekniklerine uygun olarak kilim, halı, cicim ve sumak gibi dokumalara uygulamışlardır (Oyman, 2019). Dokumalarda kullanılan motifler zamanla kuşaktan kuşağa gelişerek günümüze kadar gelmişlerdir. Anadolu insanı motifler aracılığıyla duygu ve düşüncelerini kuşaktan kuşağa bir sonraki nesle aktarmışlardır (Karaoğlu ve Bilen, 2022).

Anadolu'daki zengin motif özellikleri coğrafi konum, iklim ve doğal zenginlikler, tarihi ticari yollar ve çok kültürlü yapıdan kaynaklanmaktadır.

- Coğrafi Konum: Türkler Orta Asya'dan küçük gruplar halinde göç etmişlerdir. Anadolu'ya göç ederken göçebe kültürünün sembolü olan heybe, kilim ve çadır gibi dokuma ürünlerini de beraberinde getirmişlerdir. Anadolu, aynı zamanda Asya ve Avrupa kıtalarını birbirine bağlayan kesişim noktasında yer almaktadır. Doğu yönünde Asya, batıda ise Avrupa'yı bağlayan köprü konumundadır. Akdeniz, Karadeniz ve Ege gibi üç büyük deniz ile çevrili olup ticaret, kültürel ve askeri açıdan stratejik bir bölgededir (Sevim ve Türktan, 2013).
- İklim ve Doğal Zenginlikler: Dört mevsimin yaşandığı Anadolu topraklarında, tarım ve hayvancılık açısından verimli bir bölge

haline getirmiştir. Ayrıca doğal kaynakların zenginliği ve stratejik su yollarına erişimi tarih boyunca medeniyetlerin ilgi odağı olmuştur.

- **Tarihi Ticari Yollar:** Kültür ve ticaret merkezi olan doğu ve batı medeniyetlerinin birleşimi tarihi İpek Yolu ve Kral Yolu, yurdumuzu vazgeçilmez bir coğrafya haline getirmiştir.
- **Çok Kültürlü Yapı:** Hititler, Frigler, Lidyalılar, Urartular, Persler, Romalılar, Bizans ve Selçuklu gibi çeşitli medeniyetlerin doğduğu, yaşam sürdüğü ve beraberinde izler bıraktığı bir coğrafyada olan Anadolu, tarih boyunca dünyanın önemli yerleşim yerlerinden biri olmuştur. Birçok medeniyetlerin doğduğu ve geliştiği farklı kültürlerin izlerini taşıyan bu coğrafya eserlerin zenginliğini artırmıştır.

Cumhuriyet döneminden önce eğitim faaliyetlerinin yetersiz olmasından dolayı Anadolu halkının okuma yazma oranı düşüktür. Okuyamamış ve okutulamamış kadınlar, düşüncelerini renk ve şekillerle anlam yükleyerek halıya, kilime ve giysilere işlemişlerdir. Sözlerle ifade edilemeyen aşk, korku, ölüm ve ümit gibi duygu ve düşüncelerini sözsüz sanat olan motiflerle dile getirmişlerdir. Motifler toplumun tarihsel, kültürel ve psikolojik birikimlerini temsil etmektedir. Bereket, doğurganlık ve yaşamı ifade eden güçlü semboller, Anadolu coğrafyasında tarihi ve kültürel doku ile birleşerek değerlerimizi ifade etmektedir. Bölgeye has coğrafi koşullar, hayvan ve bitki örtüsü, duygusal unsurlar motiflerin oluşumunda belirleyici bir rol oynamaktadır. Dokumalarda kullanılan motifler; bitkisel, geometrik, hayvan figürlü, doğa ve kozmik, mitolojik, abstract ve sembolik, islamik olarak gruplandırılmaktadır.

2. MOTİFLERİN SINIFLANDIRILMASI

2.1. Bitkisel Motifler

İnsanlar yaşadığı çevrede gördükleri yaprak, çiçek, dal, meyve ve ağaçları doğadaki renkleri ile halı ve kilimlere işlemişlerdir. En çok kullanılan bitkisel çiçek motifleri lale, gül, sümbül, karanfil; yaprak motifleri ise palmet yaprağı, ağaç motifi olarak ise hayat ağacıdır (Aslanapa, 1997).

Bitkisel motifler (Şekil 1); ağaç, yaprak, çiçek ve meyve motiflerinden oluşmaktadır. Bitkisel motiflerden en önemli olanları aşağıda açıklanmaktadır (Oyman, 2019).



Şekil 1. Bitkisel motifler

Lale motifi: Lale Anadolu’da ender rastlanan ve yetişen çiçeklerden olmasına rağmen Osmanlı döneminde, Lale Dönemi olarak bilinen bir dönemin adını da taşımaktadır. Aynı zamanda saray tarafından da yetiştirilen bir bitkidir. Lale motifi Allah’ın birliği ve güzelliğini sembolize etmesinin yanı sıra, lale kelimesi eski harflerle Allah harflerine benzemektedir. Bu yönüyle halk arasında kutsal sayılmakta ve tutulmaktadır (Deniz, 2004; Deniz, 2019).

Hayat Ağacı: Anadolu’nun en önemli sembollerinden biridir (Şekil 2). Evrenin kök saldığı yer altı, gövdesi olarak kabul edilen dünya ve dallarını saldığı gökküreyi birbirine bağlayan dünyanın eksenini temsil etmektedir. Kök salan ağacın yerküreye yönelen gövdesi ve dalları ile evrenin Tanrı tarafından yaratıldığı vurgulanmaktadır. Tanrı’nın yeryüzüne inerek insanlara ışık saçmasını temsil eden bu ağaç, kutsal bir anlam taşımaktadır. Tuba olarak bilinen bu ağaç sadece kilimlerde değil aynı zamanda Osmanlı mimarisinde, çeşme ve camilerde de görülmektedir. Hayat ağacı farklı kültürlerde sonsuz canlılık, yeniden doğuş, ölümsüzlük ve hayat kaynağını simgelemektedir. Şaman inancında, ölünün ruhunun gökyüzüne yükselmesi esnasında, ona eşlik eden kuşlarla birlikte tasvir edilmektedir (Deniz, 2004). İslam dininde hayat ağacı, Allah’ın esmâ-i hüsnâsı ile özdeşleştirilmekte ve bu bağlamda kudretin ve hükümdarlığın bir işareti olarak kabul edilmektedir. Tarih boyunca çeşitli mistik ritüellerde kullanılmış olan bu sembol, aynı zamanda bereket ve çoğalma anlamları taşımaktadır.



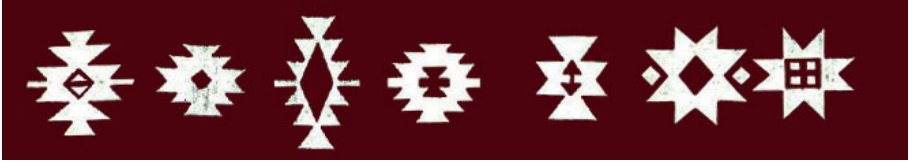
Şekil 2. Hayat ağacı

Palmet (palmiye yaprağı): Anadolu motiflerinde yaygın olarak kullanılan bir bitki motifidir. Bu desen özellikle Lidya, Helenistik dönem ve Roma sanatında sıklıkla kullanılmaktadır. Osmanlı döneminde estetik değeri yüksek lale ve sümbül motifi dokuma ve seramik eserlerde kullanılmaktadır.

2.2. Geometrik Motifler

Anadolu’da hüküm sürmüş olan Frig, Urartu ve Selçuklu döneminde, üçgen, kare, daire, eşkenar dörtgen ve çokgenlerden oluşan geometrik motifler sıklıkla kullanılmıştır. Bu motifler, genel yapısı itibari ile simetri ve dengeyi temsil etmektedir. Mimari yapılarda, labirent ve geçme desen dekoratif süslemeler mozaiklerde kullanılmaktadır. Halı ve kilim dokumalarında, uygulama pratiğini kolaylaştıran yapısı sayesinde bu motif türü sıklıkla tercih edilmektedir (Oyman, 2019).

Göz: Farklı formlarda dokuma tekstil yüzeylere işlenen göz motifi (Şekil 3), problem, kıskançlık ve nazarlardan korunmayı simgelemektedir. İnsanları gözleriyle negatif enerji yaymalarına inanıldığı gibi şeytani ruhların varlığı olarak kabul edilmektedir (Dikmen, 2022; Etikan ve Kılıçarslan, 2012; Erbek, 2002).



Şekil 3. Göz motifi

Su yolu: Halı ve kilimlerde bordürde işlenen su yolu motifi (Şekil 4), hayatın ana unsuru olan suyun değerini ortaya koymaktadır. Anadolu’da su, manevî arınmayı, erdemi ve yeniden doğuşu temsil etmektedir (Erbek, 2002).



Şekil 4. Su yolu motifi

2.3. Hayvan Motifleri

İlkel toplumlardan bu yana insanoğlu, vahşi ve tehlikeli hayvanları taklit ederek onların kürk ve derilerini kullanmış; bu şekilde o hayvanların güç ve kudretini kendisine aktardığına inanmıştır. Bu bağlamda en yaygın kullanılan hayvan motifi koç boynuzu motifi olmakla birlikte, kuş, kartal, boğa, aslan, yılan, ejder, akrep, kurtağzı, kurt izi ve böcek motifleri de dokumacılar tarafından dokumalara işlenmiştir (Oyman, 2019).

Kartal ve çift başlı kartal: Kuş motifleri arasında özellikle kartal motifi dikkat çekmektedir. Orta Asya inancına göre kartal figürü, güç ve kudreti temsil etmektedir.

Boğa, aslan ve yılan: Boğa, gücü ve bereketi temsil ederken, aslan genellikle kral ve tanrıların koruyucusu olarak sembolize edilmektedir. Aslan figürleri halı ve kilimde güç göstergesi olarak karşılıklı poz verir vaziyette tasvir edilmektedir (Aslanapa, 1987). Yılan motifi (Şekil 5) ise eski Türklerde, bolluk, bereket, sağlık, ölümsüzlük, dünyanın yaratılışı ve mutluluk sembolü olarak tasvir edilmektedir.



Şekil 5. Yılan motifi

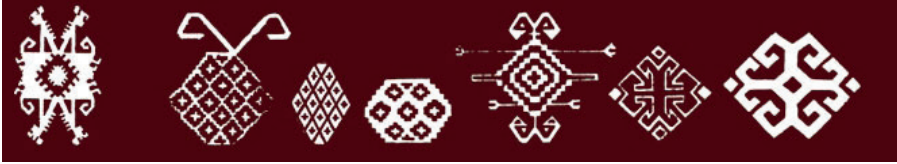
Köpek: Her ne kadar halk arasında olumsuz çağrışımlar taşısa da, Moğol ve Türk mitolojilerinde bu hayvan kutsal ve sadık bir varlık olarak kabul görmektedir.

Akrep: Halı ve kilimlere dokunan akrep motifi (Şekil 6) halıyı ve kişiyi koruyucu kalkan olarak tasvir edilmektedir.



Şekil 6. Akrep motifi

Koç boynuzu: Konar göçer dönemlerde yaşamış Türk boyları için hayvancılıkta koyun ve keçi önemli bir hayvan olarak kabul edilmektedir. Bu hayvanlar zaman zaman gerçek şekli ile bazen de koçbaşı, koçboynuzu olarak kullanılmaktadır. Dokumada sıklıkla kullanılan koç boynuzu (Şekil 7) gücü ve koruyuculuğu simgelediği gibi doğurganlık ve üreme sembolü olarak da değerlendirilmektedir.



Şekil 7. Koç Boynuzu motifi

Kuş: Figüratif bezemelerde sıkça yer bulan kuş motifleri, farklı kültürlerin yaşam anlayışları, gelenek ve görenekleri doğrultusunda çeşitli anlamlarla donatılmıştır. Baykuş ve kara karga gibi kuşlar uğursuzlukla ilişkilendirilirken; kumru, güvercin ve bülbül gibi kuşlar ise genellikle şans ve mutluluğun simgesi olarak değerlendirilir. Güvercin ve kumru İslam dinine göre kutsal sayılmaktadır. Hz. Muhammed'in, Mekke'den Medine'ye hicreti sırasında düşmanlardan korunmasına vesile olduğuna inanıldığı için kutsal sayılmaktadır. Renkli ve uzun kuyruğu ile tavus kuşu büyüleyici bir etki sunmakta cenneti tasvir etmektedir. Bir başka kuş motifi ejder figürüdür. Bolluk, bereket, kuvvet, sağlık ve şifa sembolü olarak kullanılmaktadır. (Deniz, 2004) Kuş, genel itibari ile mutluluk, keyif ve sevginin sembolüdür. Kuşların uçuş özelliği, evrensel sınırları aşan ruhsal yolculukların sembolüdür. İnanç

dünyasında önemli bir yere sahip olan kuşlar, “Küçük bir kuştan aldım haberi” ifadesiyle sır taşıyıcı kimlikleriyle anılır; aynı zamanda bilgelik, akıl ve çevik düşüncenin birer simgesidir. Güç ve kuvveti simgelediğinden dolayı Anadolu’da kurulmuş imparatorlukların sembolü olarak kullanılmıştır. Kuşlar, yalnızca ruhsal yolculukları değil, aynı zamanda kutsal mesajları ve uzun ömrü de simgelemektedir.

Deve: “Deve”, “deve boynu” ve “deve tabanı” gibi adlarla anılan bu motif türü, tarih boyunca stilize edilerek kullanılmıştır. Döşemealtı halılarının bordürlerinde oturur vaziyette, Yozgat ve Aydın yöresinde deve boynu adıyla S biçiminde dokunmaktadır (Deniz, 2004).

Kaplumbağa ve kertenkele: Elibelinde motifine benzeyen geometrik desen özellikle Kula, Selendi ve Kütahya yöresinde kilimlerde görülmektedir. Orta Asya’dan Anadolu’ya kadar gelen motif Şaman inancına göre kainatı simgelemektedir. Anadolu’da aynı zamanda nazara karşı koruduğuna inanılmaktadır (Deniz, 2004).

At ve eşek: At, eski Türklerde yaşama biçiminden dolayı kutsal sayılmaktadır. At, Şaman inancında ölümlerin ruhlarını öte dünyaya ulaştıran bir rehber olarak görülmektedir. Sahibiyle birlikte gömülerek onun ruhunu cennete taşıyacağına inanılmaktadır. Eşkenar dörtgen ve elibelinde motifine benzer şekilde tasvir edilmektedir (Deniz, 2004).

2.4. Doğa ve Kozmik Motifler

Doğa ve kozmik motifler arasında en sık kullanılanı güneş, ay, yıldız ve gökyüzü motifleridir. Zamanın döngüsü ve tanrıların sembolü olarak Hitit ve Frig medeniyetlerinde sıkça karşılaşılan güneş ve ay, doğurganlık, kozmik düzen ve sonsuzluğu temsil etmektedir. Özellikle cami kubbelerinde ve anıtlarda kullanılmaktadır.

Güneş ve Ay: Özellikle Hitit ve Frig sanatında sıkça karşılaşılan güneş ve ay motifleri, doğurganlık, zamanın döngüsü ve tanrıların sembolüdür. Yıldızlar ve gökyüzü desenleri: Gök motifleri, kozmik düzeni ve sonsuzluğu temsil eder. Özellikle cami kubbelerinde ve anıtlarda kullanılmıştır.

Yıldız: Eski Türkler gökyüzünün hareketlerini inceleyerek kendi yaşantılarını belirlemişlerdir. Karesel düzen içinde dört köşesi ile evreni simgeleyen yıldız motifi tarihte kullanılan en eski motiflerdendir. Başta halı ve kilimlerde olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır (Dikmen, 2022; Erbek, 2002).

2.5. Mitolojik Motifler

Gorgon (Medusa başı): Helenistik ve Roma dönemlerinde kötülüklerden korunmak için Medusa başı gibi mitolojik figürler mimaride ve dekorasyonda kullanılmıştır. Sfenks ve grifon gibi mitolojik yaratıklar Hitit ve Urartu sanatında sıklıkla yer almaktadır. Koruyucu ve kutsal varlıklar olarak görülmektedir.

2.6. Abstrak ve Sembolik Motifler

Paleolitik dönemlerde kayalara çizilen resimlerden anlaşılacağı üzere uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Dokuyucuya ait duyguları, düşünceleri ve doğa güçlerini gösteren motiflerdir. Bu gruba ait motifler kuş, el, tarak, nazar boncuğu, hayat ağacı, kandil, ibrik, ejder ve anka kuşudur (Oyman, 2019).

El (Parmak, El ve Tarak): El motifi elin parmaklarını işaret eden beş nokta ya da beş çizgiden oluşmaktadır. Pozitif çağrışımlar alan el motifi erk, sahip olma ve elde etme isteğini işaret etmektedir. ‘Fatıma’nın Eli’ olarak tabir edilen motif Peygamberimiz Hz. Muhammed’in gözde kızı Hz. Fatma’ya ithaf edilmiştir. İslamiyette, Yahudilikde ve Hristiyanlıkta Fatma’nın eli olarak bilinen el motifi nazardan korunma, şans ve bereketi arttırdığı inanılmaktadır. Anadolu’daki dokumalarda hem gerçek bir üslup ile hem de stilize formda yorumlanmıştır. Eller kuvvet, kudret ve hükmetme gücünü simgelerken evlenme arzusu ve kem gözlere karşı korunmayı ifade etmektedir. El ve tarak motifleri üçlü, beşli ve yedili gibi tek sayılarla dokunmaktadır. Anadolu inanışlarına göre tek sayı olan özellikle beşli yapı, nazar ve tılsım ile sembolize edilmektedir. Ayrıca elin beş parmağı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Dikmen, 2022).

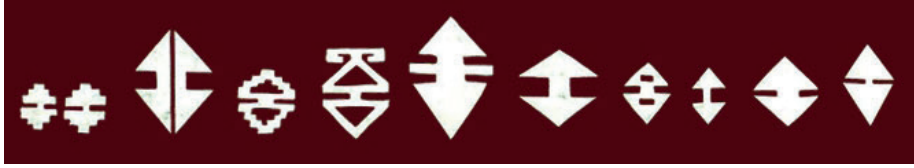
Nazar boncuğu: Türkçe’de ‘bakma ve bakış’ anlamına gelen, kökeni Arapça olan “Nazar”, Anadolu motiflerinde kullanılmaktadır. Uğursuzluk olarak bilinen nazar boncuğu, kıskançlıkla bakıldığında insana, eve, mala-mülke hatta cansız nesnelere zarar verildiğine inanılmaktadır. Anadolu da yüzyıllardır kullanılagelmiş inanç sisteminin sunduğu sembolik bir figürdür. Halı ve kilimlerde geometrik şekilli üçgen motifi, en basit şekliyle stilize edilerek göz biçimi verilmektedir. Göz motifleri sadece üçgen şeklinde değil aynı zamanda kare, eşkenar dörtgen, dikdörtgen, haç, yıldız gibi geometrik şekillerden oluşmaktadır. İnsanoğlunun kem bakışlarındaki güç, kötülüğe, şanssızlığa ve hatta ölüme kadar giden olumsuzluklara sebebiyet verebilmektedir. Halı ve kilimlerde işlenen nazar boncuğu (Şekil 8) tüm bu kem bakışların etkisini azalttığına inanılan tılsım niteliğindedir (Oyman, 2024; Etikan ve Kılıçarslan, 2012).



Şekil 8. Nazar motifi

Ejder ve Anka Kuşu: Selçuklu ve Osmanlı sanatında ejderha ve anka kuşu motifleri güç, dönüşüm ve ölümsüzlüğün sembolü olarak yer almaktadır.

Bukağı: Atların ayağına takılan ve uzaklara ulaşımını engel koyan iki halkadan oluşan zincire bukağı (Şekil 9) denmektedir. Kelime anlamına göre bağlılığı simgeleyen bukağı sonsuza kadar birlikteliği nitelemektedir. Bukağı motifi aynı zamanda doğum ve çoğalma ile ilgili ailenin sürekliliğini, iki aşığın birbirine bağlılığını ve her daim birlikte olup ayrılmamayı sembolize etmektedir (Sevim ve Türktan, 2013; Canay, 2011).



Şekil 9. Bukağı motifi

2.7. İslami Motifler

Geometrik ve arabesk desenler içerisinde sonsuzluk ve kutsallığı sembolize eden geometrik ve arabesk motifler Selçuklu ve Osmanlı sanatında özellikle mimarı yapılarda kullanılmıştır. Hat sanatında yer alan kufi ve sülüs yazılar halı ve kilimlere dokunmuştur.

İbrik: İslamiyet öncesi Doğu kültüründe, ibrik motifi (Şekil 10) yaygın olarak kullanılmıştır. Tapınaklarda tanrıya kutsal su ikram etme, putları temizleme, tapınağı yıkama, güzel kokular serpmeye gibi kullanım alanları bakımından özel bir konuma sahiptir. İslam dininde, seccadelerde sembolik olarak kullanılan ibrik ise temizliği, abdesti ve ibadeti temsil etmektedir.



Şekil 10. İbrik motifi

Kandil: İlahi ışığı sembolize eden kandil, Kur'an da cam bir fanusa benzetilmektedir. Namazlık olarak kullanılan halılarda kandil motifi tek başına dokunmanın yanı sıra ibrik, hayat ağacı, çiçek ve büyük bir vazanın

içinde çiçek demetleri ile birlikte resmedilmektedir. İslam inancına göre, ibrik bedensel temizliği, hayat ağacı sonsuz yaşamı ve cenneti, mihrap nişinde bulunan çiçekler cennetin güzelliğini sembolize etmektedir (Deniz, 2004).

3. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Orta Asya'dan Anadolu'ya uzanan geniş coğrafyada halı ve düz dokuma yaygı üretimi köklü bir gelenek olarak yaşatılmıştır. İpek Yolu'nun etkisi ve göç hareketleri sayesinde Türk halıları, zamanla dünyanın dört bir yanına yayılmış ve birçok ünlü ressam için ilham kaynağı olmuştur. Bu halı ve yaygılar; kullanılan malzemeleri, renkleri, dokuma teknikleri ve motif çeşitliliğiyle Türk kültürünün zenginliğini ve estetik anlayışını yansıtmaktadır. Halılar ve kilimler Anadolu'da sözsüz bir iletişim aracı konumundadır. Tekstil ürünlerinde kullanılan somut ve soyut kavramlar, düşünce ve duyguların sembollerle dile getirilmiş duyuşsal ve sanatsal mesajlar veren zengin bir dil niteliğindedir. Anadolu halı ve kilimlerinde yer alan motifler, dokuyucular için bir ifade biçimi olmuştur. Bu semboller, farklı kültürlerin sosyal, kültürel, ekonomik ve dini yapılarını yansıtan göstergeler olarak binlerce yıldır varlıklarını sürdürmektedir. İnsanlık var oldukça, bu motifler hem anlamlarını koruyarak hem de yeni yorumlarla üretilmeye devam edecek; taşıdıkları mesajları gelecek nesillere aktarmayı sürdüreceklerdir. Toplumlar arasındaki kültürel etkileşimler yaşam biçimleri ile birleşerek toplumun anlam yüklediği motiflere dönüşmüştür. Motifler, desenler ve kompozisyonlar aracılığıyla dokuyucuların aktarmak istedikleri anlamlar, adeta görsel bir dile dönüşmektedir. Bu yönüyle motifler; imgeler, metinler ve sözlü anlatımlar gibi, geçmişe ışık tutan önemli tarihsel belgeler arasında yer almaktadır. Motifler taşıdığı anlamlarla ait olduğu topluma etki etmektedirler.

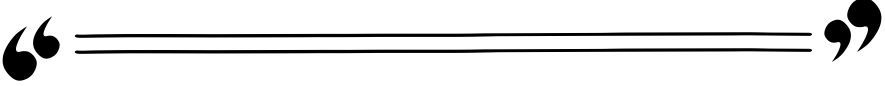
Göçebe yaşamdan yerleşik kültüre geçiş sürecinde, farklı coğrafyalarda dokunmasına rağmen ortak motiflerle benzerlik göstermektedir. Orta Asya'da sosyal, ekonomik ve iklimsel olarak zorlu şartlarda ve zorunlu göç sonucunda dahi motifler Anadolu'ya gelirken korunmuştur. Yüzyıllar boyunca bu kültürel veri korunarak nesilden nesile aktarılmış günümüze kadar gelmiştir. Halı ve kilim dokuyucuları, adeta birer günlük tutar gibi yaşamla ilgili dileklerini, umutlarını ve kaygılarını motiflerle ifade etmişlerdir. Evlenme arzusu "saçbağı" motifiyle, aşkın sonsuzluğu "ying yang" ile, korkuları ise "muska" ya da "nazar" motifleriyle simgeleştirilmiştir. Uzun ömür ve huzurlu bir yaşam isteği "ağaç" motifiyle anlatılırken; aileyi, toprağı ve sosyal statüyü koruma isteği ise "suyolu" motifiyle dile getirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aslanapa, O. (1987). Türk Halı Sanatı. Erdem Dergisi, 3(7), 99-110.
- Aslanapa, O. (1997). Türk Halı Sanatının Tarihi Gelişmesi. Arış Dergisi, (3), 18-27.
- Canay, A. (2011). Anadolu'da Üretilen Kilim Motifleri ve Seramik Sanatında Yorumlanması, YL Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 120s.
- Deniz, B. (2004), The Adventure of Anatolian Turkish Carpets, UNESCO Geleneksel Halı Örneklerinin Korunup Saklanması Kongresi, 30 Kasım-2 Aralık 2004, Bakü/Azerbaycan.
- Deniz, B. (2005). Anadolu-Türk Halı Sanatının Kaynakları. Sanat Tarihi Dergisi, 14(1), 79-103.
- Deniz, B. (2019). Anadolu-Türk Halı ve Düz Dokumalarında Lâle Motifi. Ardahan Üniversitesi İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi Belgü Dergisi, (4), 17-45.
- Dikmen, Ü. (2022). Kazakistan ve Anadolu'da Yaygın Olarak Kullanılan Motiflerden Yıldız, Kuş, Koç Boynuzu, Göz, Baldak, Bereket, Gül, Boynuz Motiflerinin Tasarım Açısından Benzerlikleri. Turkuaz Uluslararası Türk Dünyası Bilimsel Araştırmalar Dergisi, 3(2), 183-203.
- Etikan, S., ve Kılıçarslan, H. (2012). Düz Dokumalarda Nazar İnancı ve Göz Motifi. Art-e Sanat Dergisi, 5(10), 103-121.
- Karamağaralı, B. (1997). Türk Halı Sanatındaki Motiflerin Yorumu Üzerine. Arış Dergisi, (3), 28-39.
- Karoğlu, A., ve Bilen, G. D. (2022). "An" da Geleneksel Varoluş: Anadolu Türk Kilim ve Motifleri Bağlamında Mabel Matiz Klibi Örneği. Sanat ve İkonografi Dergisi, (3), 55-64.
- Oyman, N. R. (2019), Bazi Anadolu Kilim Motiflerinin Sembolik Çözümlemesi. Arış Dergisi, (14), 4-22.
- Oyman, N. R. (2024). Geleneksel Anadolu Dokumalarında Muska-Nazarlık Motifinin Kullanımı. The Journal of Academic Social Science, 25(25), 48-58.
- Sevim, K., ve Canay Türktan, A. (2013). Anadolu'da Üretilen Kilim Motiflerinden Bucağı Motifi ve bu Motifden Çıkan Seramik Çalışmalar. İdil Sanat ve Dil Dergisi, 2(6).
- Uğurlu, A. (1991). Anadolu Dokumalarında Motif Felsefeleri. Tekstil ve Mühendis, 5(26), 76-82.
- Uğurlu, S. S. (2018). Anadolu Kilimlerinde Sanatsal Değerler. Hars Akademi Uluslararası Hakemli Kültür Sanat Mimarlık Dergisi, 1(1), 1-15.
- Yılmaz, B. (2017). Pazırık'tan Günümüze Türk Halı Sanatı. Oğuz-Türkmen Araştırmaları Dergisi, 1(1), 98-106.



HALI TASARIMDA YAPAY ZEKÂ KULLANIMI



Zehra Sarioğlu ŞAHİN¹

Bünyamin ÜZÜMCÜ²

Halil İbrahim ÇELİK³

1 Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, zehra.sarioglu.sahin@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-1826-0809>

2 Gaziantep Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil Ve Moda Tasarımı, buzumcu@gantep.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-5741-1199>

3 Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, hcelik@gantep.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1145-6471>

1. GİRİŞ

Yapay zekâ (YZ), teknolojik gelişimin ivme kazandığı son yıllarda yaşamın pek çok alanında köklü dönüşümler yaratmaya başlamış, yalnızca bilimsel araştırmaların değil, günlük yaşam pratiklerinin de ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir. 20. yüzyılın ortalarında teorik temelleri atılan bu teknoloji, günümüzde bireysel kullanıcılar kadar endüstriyel sistemlerde de vazgeçilmez bir araç olarak konumlanmaktadır. Zaman içinde gelişen YZ kavramı; düşünme, öğrenme, karar verme ve algılama gibi insana özgü bilişsel işlevleri makineler aracılığıyla taklit etmeyi hedeflemiş, böylece yalnızca bir donanım veya yazılım altyapısı değil, aynı zamanda bir entelektüel üretim ve simülasyon alanı olarak ele alınmaya başlanmıştır.

Başlangıçta sınırlı işlem kapasitelerine ve basit algoritmalara sahip olan yapay zekâ sistemleri, özellikle makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi alt alanlardaki ilerlemelerle birlikte çok daha karmaşık problemleri çözebilecek bir yetkinliğe ulaşmıştır. Bilgisayarlı görme, ses tanıma, doğal dil işleme ve otonom karar alma gibi alanlardaki gelişmeler, YZ'nın yalnızca görevleri yerine getiren bir araç olmaktan çıkıp, karar destek sistemlerinin ve yaratıcı üretim süreçlerinin aktif bir bileşeni hâline gelmesini sağlamıştır. Bu gelişim süreci, özellikle Endüstri 4.0 paradigması ile birlikte hız kazanmış ve YZ sistemleri, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri, bulut bilişim ve siber-fiziksel sistemlerle entegre biçimde çalışarak üretimden tüketime kadar olan süreçleri yeniden yapılandırmıştır.

Bu dönüşümden en çok etkilenen alanlardan birisi ise tasarımıdır. Yapay zekâ, tasarım dünyasında yalnızca yardımcı bir araç değil, bizzat yaratıcı sürecin aktif bir aktörü olarak konumlanmaktadır. Mimariden endüstriyel tasarıma, modadan grafik sanata kadar pek çok disiplinde, YZ ile geliştirilen sistemler daha önce mümkün olmayan hız, çeşitlilik ve kişiselleştirme olanakları sunmaktadır. Örneğin mimari projelerde *Spacemaker AI*, kentsel parametreleri analiz ederek sürdürülebilir yapı yerleşimleri önerirken; moda endüstrisinde *Heuritech*, sosyal medya verilerinden trend tahmini yaparak koleksiyon planlamasını yönlendirmektedir. Görsel üretim alanında *DALL-E*, *Midjourney* ve *Adobe Firefly* gibi sistemler, metinden görsel üretimi mümkün kılarken; endüstriyel tasarımda *Siemens NX* ve *Autodesk Generative Design* gibi yazılımlar, performans kriterlerine göre otomatik tasarım varyantları üreterek malzeme tüketimini ve çevresel etkiyi azaltmaktadır. Bu bağlamda tasarımcılar, yalnızca estetik yaratıcılar değil; veriye dayalı kararlar alan ve YZ sistemlerini etkin biçimde yönlendiren yaratıcı liderler hâline gelmektedir.

Bu kitap bölümü, yapay zekânın tasarım süreçlerindeki rolünü çok boyutlu bir perspektifle incelemeyi amaçlamaktadır. İlk olarak, “**Yapay Zekâ, Tasarım ve Etik**” başlığı altında, yapay zekânın yaratıcı alanlarda kullanımının

beraberinde getirdiği özgünlük, telif ve sorumluluk gibi temel etik sorunlar ele alınacaktır. Ardından, yaratıcı üretimin teknik arka planını anlamak üzere “**Üretken-Çekişmeli Ağ (GAN)**” yapıları açıklanacak; bu algoritmaların nasıl çalıştığı, tasarım alanında nasıl uygulandığı örneklerle aktarılacaktır. Takip eden “**Uygulama Alanları**” başlığında ise “**Görsel Sanatlar ve Grafik Tasarımda Yapay Zekâ**” başlığı ile farklı disiplinlerde YZ’nın sunduğu olanaklar değerlendirilecektir. Son olarak, “**Halı Tasarımında Yapay Zekâ**” alt başlığıyla bu alanda geliştirilen güncel araçlar, kişiselleştirilmiş koleksiyon tasarımları ve üretim süreçlerine YZ’nın katkısı somut örneklerle tartışılacaktır.

Bölümün genel amacı, yapay zekânın tasarım alanındaki evrimsel rolünü açıklamak ve bu dönüşümün özellikle **halı tasarımı** gibi geleneksel estetik değerlerle dijital üretim teknolojilerini birleştiren alanlarda nasıl yeni ufuklar açtığını ortaya koymaktır. Bu kapsamda, halı desenlerinin oluşturulması, renk ve motif varyasyonlarının otomatikleştirilmesi ve kişiselleştirilmiş tasarım süreçlerinin geliştirilmesinde yapay zekânın rolü ele alınmaktadır. Hem teknik hem etik hem de sektörel düzlemde incelenen bu içerikler, okuyucuya disiplinler arası bir bakış açısı kazandırarak **yapay zekâ destekli halı tasarımının bugünü ve geleceği** hakkında kapsamlı bir perspektif sunmayı amaçlamaktadır.

2. YAPAY ZEKÂ, TASARIM VE ETİK

Her ne kadar son derece yeni bir alan olsa da, yapay zekâ kullanımı hızlı bir yayılım göstermiştir. Large Language Models (LLM) uygulamalarını ilkökul çağı çocuklarından bilim insanlarına kadar geniş bir yaş aralığında herkes kullanmaktadır. Bunda elbette ki kullanımının kolaylığı etkili olsa da, asıl sebep kişinin kolay bir şekilde bilgiye doğru ya da yanlış fark etmeksizin ulaşabildiğini düşünmesidir. Sanat ve tasarım alanlarında yapay zekâ kullanımının giderek artacağı öngörülmektedir. Bu durum, sanatın özgünlüğünün korunup korunamayacağı ve özgünlük azaldığında ortaya çıkan ürünlerin ne ölçüde sanat olarak değerlendirilebileceği yönünde tartışmaları beraberinde getirmektedir. Ayrıca, söz konusu gelişmelerin üretilen eserlerin niteliği ve estetik değerleri üzerinde önemli etkiler yaratması kaçınılmazdır. Günümüzde, kullanıcı dostu arayüzlere sahip yapay zekâ destekli yazılımlar —örneğin Samsung Drawing Assist— 4-5 yaşındaki bir çocuğun dahi estetik açıdan tatmin edici görseller oluşturabilmesine olanak tanımaktadır (Şekil 1). Ancak, bu tür ürünlerin sanat niteliği ve sanatsal değerleri, akademik ve estetik bağlamda tartışmaya açık bir konu olmaya devam etmektedir. İnsanoğlunu diğer canlılardan ayıran en önemli özelliği olan yeni bir ürünü, eseri tasarlama süreci yapay zekânın 2-3 satırında özetlenebilir mi? Şöyle bir bakış açısı da mümkündür: kendisine beslenen verilerden (bu durumda sanat ve tasarım ürünleri) yola çıkarak üretim yapan yapay zekâ ile özgünlük mümkün olabilir mi? Bu konu üzerinde çalışmalar

yapılmış olsa da özgünlük, yaratıcılık ve sahiplik üzerinde henüz bir fikir birliğine varılmadığı görülmektedir. Sonuç olarak fikir her ne kadar istemi yazan kişinin olsa da çalışmadaki fırça izleri yapay zekânın mı, programcının mı, yoksa istemi gerçekleştirenin midir? (Ashritha & Reddy, 2023; Cetinic & She, 2022; Das & Kundu, 2024; Oksanen vd., 2023).



Şekil 1. Samsung Drawing Assist kullanarak 4 yaşındaki bir çocuğun görsel üretim sonuçları

Bütün etik kaygılar bir kenara bırakılacak olursa, YZ kullanımının ve özellikle bunun sanat ve tasarım projelerinde yer almasının engellenemeyeceği de öngörülmektedir. Sürekli tüketimin ve bunu karşılayacak yığın üretimin söz konusu olduğu dünyada YZ'ya hâkim bir tasarımcı olmanın sonuçlarının da olumlu olacağı düşünülmektedir. YZ'nın üretim sürecine entegrasyonu mutlak olarak değerlendirildiğinde tasarımcının da YZ'ya hâkim olmasının beklenmesi kaçınılmazdır. Bu bağlamda, bu bölüm içerisinde halihazırda kullanılan bazı yapay zekâ destekli tasarım uygulamalarına ve akademik bulgulara yer verilecektir. Bu doğrultuda, öncelikle yapay zekanın mümkün olmasını sağlayan sistemler ve tasarımın farklı disiplinlerinde yapay zekanın kullanımı ele alınacaktır.

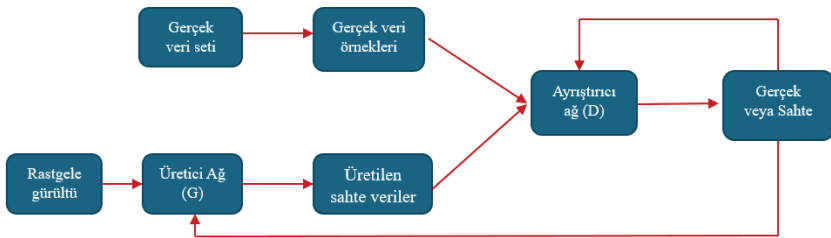
3. ÜRETKEN-ÇEKİŞMELİ AĞ

Derin öğrenmenin yapay zekâ alanında artan etkisi, birçok derin öğrenme modelinin ortaya çıkmasına olanak vermiştir. Bu derin öğrenme modelleri arasında veri yapılarını öğrenerek, yeni veriler (örnekler) üretebilen derin öğrenme algoritmaları da bulunmaktadır. Bu algoritmaları kullanarak mevcut olan veri setlerini genişletmek, metinlerden görüntü oluşturmak, sentetik sesler üretmek veya sesli çeviriler yapmak mümkündür. Varyasyonlu Oto kodlayıcı, Boltzmann Makineleri ve Üretken-Çekişmeli Ağlar üretken derin öğrenme modelleri arasında yer almaktadır. Üretken-Çekişmeli Ağlar (Generative Adversarial Networks (GANs) son yıllarda yapay zekâ alanında çalışan araştırmacıların odağı haline gelmiştir (Wang vd.,2017).

Üretken-çekişmeli ağlar, ilk kez 2014 yılında Goodfellow ve arkadaşları tarafından, bir problemi çözmek için tasarlanan üretken derin öğrenme modellerinden biridir ve bir yapay zekâ algoritmasıdır. Öne sürülen bu derin öğrenme modeli, örnek veriler kullanarak benzer veriler oluşturabilir. Üretken-çekişmeli ağların amacı, bir eğitim veri setindeki her bir eğitim örneğinin olasılık dağılımını incelemek ve bu örneklerle benzer yeni veriler üretmektir (Goodfellow vd., 2020). Diğer bir ifade ile GAN'lar gerçek örneklerin sahip olduğu olasılık dağılımını kopyalamaya çalışır.

Üretken-çekişmeli ağların temel çalışma prensibi iki oyunculu sıfır kazançlı *oyun teorisine* dayanmaktadır. Oyun teorisinde, her iki oyuncunun toplam kazançları sıfırdır. Diğer bir ifadeyle, her bir oyuncunun kazanç ve kaybı, diğer oyuncunun kazanç ve kaybı ile tam olarak dengelenmektedir (Amey, 2021; Saxena ve Cao, 2021).

Üretken-çekişmeli ağlar, *üretici (G) (generator)* ve *ayrıştırıcı (D) (discriminator)* olmak üzere iki sinir ağından oluşur ve bu iki model sürekli olarak birbiri ile etkileşim halindedir; eş zamanlı olarak birlikte eğitilirler. Üretici ağ modeli, gerçek veri setine benzeyen yeni örnekler oluşturarak ayrıştırıcı ağı yanıltmaya çalışır. Ayrıştırıcı ağ ise, üretilmiş olan bu örneği değerlendirerek örneğin hangi gruba (üretici ağ tarafından üretilen örnek (sahte) / gerçek veri setinden örnek (gerçek)) ait olduğunu belirlemeye çalışır (Şekil 2). Üretici ağ ile ayrıştırıcı ağ öğrenme süreci boyunca birbirine rakip olarak çalışır. Eğitim ilk başladığında üretici ağın ürettiği verileri ayrıştırıcı ağ kısa sürede tanır. Eğitim ilerledikçe üretici ağ, ayrıştırıcı ağı yanıltabilecek şekilde gerçek veriye daha yakın örnekler oluşturmaya başlar. Bir diğer ifade ile üretici ağın gerçeğe yakın örnekler üretme yeteneği, ayrıştırıcı ağın ise örneklerin hangi sınıfa (gerçek/sahte) ait olduğunu bulma yeteneği arttıkça, kullanılan modelin başarısı da artmış olacaktır (Goodfellow vd., 2020; Huang vd., 2018).



Şekil 2. Üretken-Çekişmeli Ağ (GANs) modeli

Üretici ağın gerçek veri setinde bulunan eğitim örnekleri ile doğrudan etkileşimi yoktur. Üretici ağın gerçek veri setindeki örneklerle benzer veri üretebilmesinin tek yolu ayrıştırıcı ağ ile sürekli olarak etkileşim halinde olmasıdır. Ayrıştırıcı ağ, hem gerçek veri setindeki örneklerle hem de üretici ağ tarafından üretilen sahte örneklerle etkileşim halindedir. Üretici

ağ, kendisine girdi olarak verilen ve genellikle normal bir dağılıma sahip olan rastgele gürültü örneği kullanarak, bu dağılıma benzeyen dağılım ile yeni sahte veriler oluşturmaya başlar. Ayırıştırıcı ağ, üretici ağ tarafından oluşturulan bu sahte verinin sahip olduğu dağılım ile gerçek örnek dağılımını karşılaştırır ve görüntünün sahte ya da gerçek olduğunu belirlemeye çalışır. Üretici ağ, ayırıştırıcı ağ tarafından kendisine gönderilen geri bildirimleri değerlendirerek, ürettiği verilerin dağılımlarını sürekli olarak yeniden oluşturarak yeni örnekler üretmeye devam eder (Creswell vd., 2018; Pan vd., 2019). Üretici ağın oluşturduğu sentetik veriler yeterli nitelikte olmadığında, ayırıştırıcı ağı yanıltması da mümkün olamamaktadır ve model hedeflenen olasılık dağılımına yaklaşamamaktadır. Benzer şekilde, ayırıştırıcı ağ yeterli düzeyde eğitilmediğinde, gerçek ve sahte verileri doğru biçimde ayırt edememektedir. Her iki durumda da modelin öğrenme süreci sekteye uğrar ve beklenen çıktılar elde edilemez.

Üretken-çekişmeli ağların temel yapısında bulunan bazı eksikliklerden dolayı yeni GAN türleri öne sürülmüştür. Bu GAN türleri, farklı görevlerde ve veri türlerinde daha iyi sonuçlar elde etmek için tasarlanmıştır. Hangi GAN türünün kullanılacağı, probleme, veri tipine ve hedeflenen sonuca bağlı olarak belirlenir (Pan vd., 2019; Dash & Wang, 2023). En fazla kullanılan GAN türleri şunlardır:

i) **WGAN (Wassertein GAN):** Bu model, GAN'ların eğitiminde karşılaşılan 'çökmüş ağ' ve 'dengesiz eğitim' problemlerini çözmek için geliştirilmiştir. WGAN, ayırıştırıcı ağ yerine 'Wasserstein kaybı' kullanır, bu ise modelin daha istikrarlı bir şekilde öğrenmesini sağlar (Arjovsky vd., 2017). Mohamed Mahyoub ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, iki farklı GAN türü olan DCGAN ve WGAN metotları kullanılarak soyut desen çıktıları elde edilmiştir. Yapılan çalışmada her iki modelin de çok iyi soyut desenler ürettiği fakat WGAN modelinin daha iyi kalitede ve çeşitlilikte sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir (Mahyoub vd., 2023). Diago Araujo ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada, GAN modelleri kullanılarak tekstil tasarımlarının üretilmesi ve üretilen tasarımların geliştirilmesine odaklanılmıştır. Bu amaçla çalışmada WGAN ve WGAN-GP olmak üzere iki farklı model uygulanmıştır. Çalışmada 13.000 farklı tekstil desen görüntüsünün oluşturduğu bir veri setinden faydalanılmıştır. Kullanılan iki farklı GAN modeli hem çözünürlük hem de özellik öğrenimi açısından görüntü oluşturabilmek için bu veriler üzerinden eğitilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, WGAN modelinin koşullandırılmasının %5 oranında iyileşme gösterdiği, fakat 256x256 çözünürlükte yapılan denemelerin başarısız olduğu görülmüştür (Araujo vd., 2024).

ii) **DCGAN (DeepConvolutional GAN):** DCGAN, evrimsel sinir ağları (CNN) kullanılarak geliştirilmiş bir GAN modelidir. Özellikle görüntü

üretme ve işleme gibi uygulamalarda başarılı sonuçlar vermektedir. Üretici ve ayrıştırıcı ağlar, evrişimli katmanlar (convolutional layers) kullanarak görüntüleri daha gerçekçi ve ayrıntılı şekilde üretir (Reed vd., 2016). Renhuan Li ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, Çin'in dört ünlü nakışından biri olan Xiang nakış görüntü üretimi için geliştirilmiş DCGAN ve WGAN-GP'ye dayanan bir hibrit model sunulmaktadır. Çalışma sonucunda oluşturulan birleştirilmiş modelin, mevcut yöntemlerden daha iyi performans gösterdiği, daha ince detaylara ve daha yüksek genel kaliteye sahip Xiang nakış görüntüleri ürettiği ifade edilmiştir. Bu çalışmanın aynı zamanda geniş uygulama olanakları sunduğu belirtilmiştir (Li vd., 2025). Noor ul-Huda ve arkadaşlarının ortaya koyduğu çalışmada, tekstil ve hazır giyim sektöründe dikiş hatalarının tespiti için yeterli veri bulunmadığı için DCGAN modeli kullanılarak yapay veri üretimiyle veri setinin büyütülmesi hedeflenmiştir. Eğri dikiş, gevşek dikiş ve kırık iplik gibi gerçek dikiş kusurlarının bulunduğu küçük bir veri seti modelin eğitimi için kullanılmıştır. Çalışma sonucunda üretilen yapay dikiş hatası görsellerinin, orijinal örneklerle yapısal benzerlik açısından yüksek uyum gösterdiği ve görüntü kalitesi ölçümlerinde tatmin edici sonuçlar elde edildiği ifade edilmiştir (ul-Huda vd.2024).

iii) cGAN (Conditional GAN): Bu ağ modeli, belirli bir koşula dayalı olarak veri üretir. Üretici ağ, sadece bir gürültüye değil, aynı zamanda kategori veya etiket gibi (kahverengi bir kedi resmi veya kırmızı araba gibi) ek bir bilgiye dayalı olarak veri üretir. Bu model, belirli bir sınıfa ait görüntü üretme işlemlerinde tercih edilmektedir (Mirza & Osindero, 2014). Zhang ve Schomaker tarafından yapılmış olan çalışmada, koşullu metinden görüntü üretimi için birden fazla teknik öne sürülmüştür. Çalışma kapsamında CUB ve COCO veri setleri kullanılarak eğitilmiş yeni DiverGAN modeli değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada, DiverGAN modelinin evrişimli sinir ağının mekanizmasından dolayı nesnenin boyutunun tam olarak yakalanamadığı ve veri setinin sınırlamaları nedeniyle verilen metin açıklamasındaki bazı kelimeleri anlayamadığı tespit edilmiştir. Çalışmada, eksik yönlerin nasıl tamamlanabileceğine dair araştırmalar yapılacağı ifade edilmektedir (Zhang ve Schomaker, 2022). Shawon ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, Bangladeş'in yöresel deseni olan Jamdani motiflerinin korunmasını sağlamak, aynı zamanda sektörde çalışan zanaatkarların daha verimli ve kolay bir şekilde çalışmasına katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada cGAN derin öğrenme modeli, Jamdani motiflerinden oluşan bir veri seti kullanılarak eğitilmiştir. Çalışma sonucunda, kullanılan model tarafından üretilen Jamdani motiflerinin tatmin edici çıktılar olduğu ifade edilmiştir (Shawon vd.,2020).

iv) StyleGAN: NVIDIA araştırmacıları tarafından geliştirilen bu GAN çeşidi, özellikle yüz oluşturmada başarılı olmuştur. Bu GAN çeşidi ile yüksek çözünürlüklü ve gerçekçi yüz modeli oluşturulabilir. StyleGAN

stil dönüşümüne odaklanır ve veri oluşturma üzerinde daha fazla kontrol sağlar. StyleGAN da bulunan üretici ağ mimarisi stil katmanları ile zenginleştirilmiştir. Bu katmanlar, oluşturulan görüntülerin farklı özellikleri üzerinde değişiklikler yaparak daha kontrollü ve ayrıntılı görüntüler elde edilmesini sağlar (Karras vd., 2020). Patashnik ve arkadaşlarının StyleGAN kullanarak yaptığı bir çalışmada, StyleGAN ve CLIP (Karşılaştırmalı Dil-Görüntü Öneğitimi) modeli birlikte kullanılmıştır. Çalışma kapsamında insan yüzü, hayvan, araba ve kilise görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, soyuttan somuta, kapsamlıdan ince ayrıntılara kadar çok çeşitli ve anlamlı sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Patashnik vd., 2021).

v) **CycleGAN**: CycleGAN, iki farklı veri dağılımı arasında dönüşüm yapabilen bir GAN modelidir. Örneğin, bir zebra görüntüsünü bir at görüntüsüne dönüştürebilir. Bu GAN türü, etiketli veriye ihtiyaç duymaz, bu yüzden etiketlenmemiş veriyle de çalışabilir. Özellikle stil transferi ve görüntü düzenleme gibi uygulamalarda kullanılır (Almahairi vd., 2018). Mohammad Akif Beg ve Jia Yuan Yu tarafından yapılan çalışmanın amacı, giysilerine özel nakış yaptırmak isteyen müşteriler için, müşterinin karar verme sürecine yardımcı olmak ve böylece müşteri memnuniyetsizliğinden kaynaklanan iade ürün miktarını azaltmaktır. Bu amaçla CycleGAN ve EmbGAN olmak üzere iki farklı GAN mimarisi kullanılmış ve görüntüden-görüntü üretilmiştir. Kullanılan iki farklı GAN mimarisinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. EmbGAN'dan elde edilen sonuçların niteliksel olarak CycleGAN'dan daha tatmin edici olduğu gözlemlenmiştir. Fakat bununla birlikte yapılan son karşılaştırmaların ardından, oluşturulan görüntülerin görsel olarak daha az gerçekçi görünmesinden dolayı, kullanılan metodun yeterince iyi olmadığına karar verilmiştir (Beg ve Yu, 2020).

vi) **ProGAN (Progressive GAN)**: Bu model, büyük ve yüksek çözünürlüklü görüntüler elde etmek için geliştirilmiştir. Eğitim süreci, düşük çözünürlükten başlayıp kademeli olarak çözünürlüğü arttırarak devam eder. Bu yöntem, daha net ve detaylı görüntülerin üretilmesine olanak sağlar (Karras vd., 2017). Hao Han ve arkadaşları tarafından ortaya konulan çalışmada, drone ve uydu görüntüleri için ölçek/arazi seviyeleri, farklı platformlar arasında çalışabilen bir süper-çözünürlük yöntemi önerilmektedir. Bunu yapmak için bir ProGAN türeviden olan 'Res-Progressive Growing GAN' adı verilen bir model kullanılmıştır. Kullanılan modelde kademeli olarak çözünürlük artırılmıştır. Böylece hem büyük ölçekli yapılar hem de ince detaylar daha iyi öğrenilebilmiştir. Çalışmanın sonunda önerilen yöntemin standart yaklaşımlara göre gelişme gösterdiği ifade edilmiştir (Han vd., 2024).

vii) **AttnGAN (Attentional GAN)**: AttnGAN, Tao Xu ve arkadaşları tarafından metinden görüntü üretimi (text-to-image) için geliştirilmiş olan bir derin öğrenme modelidir. Model, tipik olarak üç ana katmandan oluşur.

Birinci katman metin kodlayıcı (text encoder) katmanıdır. Bu katmanda, genellikle önceden eğitilmiş bir RNN kullanılır. İkinci katman görüntü üretici (generator) katmanıdır. Bu katmanda üretilen ilk görüntüler düşük çözünürlüklü görüntülerdir daha sonraki aşamalarda dikkat mekanizması yardımıyla, ilk aşamada üretilen görüntü daha detaylı hale getirilir. Üçüncü katman ise ayrıştırıcı (discriminator) katmanıdır. Burada hem tüm görüntü üzerinde hem de belirli bölgelerde görüntünün gerçekliği değerlendirilir (Tao vd., 2018). Chenxi Yuan ve Mohsen Moghaddam tarafından ortaya konulan çalışmada, kullanıcı tarafından belirlenen özelliklere sahip giysi görüntülerini otomatik olarak üretme ve düzeltme yeteneğine sahip olan Design-AttGAN isimli GAN temelli derin öğrenme modeli sunulmuştur. Çalışmada orijinal AttGAN mimarisinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Modelin performansı büyük bir moda veri seti üzerinde deneysel olarak test edilmiştir. Yapılan çalışmada önerilen modelin kararlılığını artırmaya ve kapsamını genişletmeye odaklanılacağı ifade edilmektedir (Yuan ve Moghaddam, 2007).

4. UYGULAMA ALANLARI

Günümüzde yapay zekanın gelişmiş pek çok uygulama alanı bulunmaktadır. Bu bölümde tasarımın söz konusu olduğu bazı alanlarda yapay zekanın nasıl kullanıldığına dair bilgiler verilecektir.

4.1. Görsel Sanatlar ve Grafik Tasarımda Yapay Zekâ

Günümüzde yapay zekâ sistemleri, bilgiye erişim, bilginin işlenmesi ve yorumlanması gibi temel bilişsel süreçlerde önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Özellikle büyük dil modelleri (Large Language Models - LLMs), yalnızca metin üretimiyle sınırlı kalmayıp, görsel içerik oluşturma gibi çok modlu (multimodal) uygulamalarda da etkin şekilde kullanılmaktadır. Görsel sanatlar ve tasarım disiplinlerinde giderek daha fazla yer bulan yapay zekâ tabanlı üretim araçları, kısa sürede etkileyici görseller oluşturabilme potansiyeli sayesinde, özellikle görsel iletişim, grafik tasarım ve dijital sanat alanlarında yenilikçi yaklaşımlar sunmaktadır.

Son yıllarda geliştirilen yapay zekâ modelleri, özellikle görüntü üretimi (image generation) alanında dikkate değer ilerlemeler kaydetmiştir. Bu kapsamda, görüntü üretimine yönelik uygulamalar, metinden görüntü üretimi (text-to-image) ve görüntüden görüntü üretimi (image-to-image) olarak iki ana kategoride değerlendirilmektedir.

Metinden görüntü üretimi, kullanıcının doğal dilde oluşturduğu bir metinsel istemin (prompt), yapay zekâ tarafından görsel bir karşılığa dönüştürülmesini sağlar. Bu süreçte LLM'ler, istemin semantik yapısını analiz ederek uygun içerik üretimini tetikler. Örneğin DALL-E, Midjourney ve Stable Diffusion gibi modeller, bu teknolojiye dayalı olarak geliştirilen

sistemler arasında yer almaktadır. Bu araçlar, sanat ve tasarım eğitimi almamış bireylerin dahi estetik ve anlamlı görseller üretmesini mümkün kılmakta; böylece tasarım üretiminin erişilebilirliğini artırmaktadır. Ancak bu yöntemin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Özellikle istemin dilsel karmaşıklığı veya belirsizliği, görsel çıktının beklentilerle örtüşmemesine neden olabilmektedir. Ayrıca, çok büyük veri kümeleriyle eğitilmiş modellerde istemin doğruluğuna rağmen hedef dışı sonuçlar üretilebilmekte; bu da LLM'nin istemi yorumlama biçiminin sınırlı yönlerini ortaya koymaktadır (Qiao vd., 2022).

Görüntüden görüntü üretimi ise kullanıcı tarafından sağlanan bir referans görselin, belirli istemlerle dönüştürülerek yeni bir kompozisyona evrilmesini sağlar. Bu yöntemde yapay zekâ, kaynak görselin temel yapısal ve içeriksel özelliklerini analiz eder, ardından belirtilen hedeflere uygun biçimde görseli yeniden üretir. Bu tür sistemler, stil transferi, detay artırımı veya özgün içerik türetme gibi amaçlarla sıklıkla tercih edilmektedir. Metinsel istemlere dayalı sistemlere kıyasla daha doğrudan ve kontrollü bir görsel yönlendirme sağladığı için, sonuçların tutarlılığı açısından avantaj sunmaktadır.

Mevcut literatür incelendiğinde, bu alanda gerçekleştirilen akademik çalışmaların büyük bir kısmının oldukça güncel olmasına karşın, yapay zekâ teknolojilerinin hızlı evrimi nedeniyle hızla eskiyebildiği görülmektedir. Bu da, görüntü üretimi odaklı modellerin sürekli olarak güncellenmesi, yeniden eğitilmesi ve performanslarının yeniden değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Kısacası, metinden ve görüntüden görüntü üretim modelleri, sanat ve tasarım süreçlerini derinden dönüştürme potansiyeline sahip olmakla birlikte, beraberinde gelen sınırlılıklar ve etik sorularla da dikkatle ele alınması gereken bir araştırma alanı sunmaktadır. Örnek bir uygulama olarak yapay zekâ yazılımına “*Bir gül oluştur*” komutu verildiğinde Şekil 3’de verilen görsel oluşturulmuştur.



Şekil 3. Yapay Zeka ile oluşturulan gül görseli

Şekil 3'te yer alan görsel incelendiğinde, istenilen gül görseli için herhangi bir renk verilmemiş olsa da uygulama kırmızı rengi tercih etmiştir. Aynı şekilde arka plan için herhangi bir bilgi verilmediği halde bir arka plan kullanılmış, görselin tarzı hakkında bir bilgi verilmese de fotografik bir görsel oluşturulmuştur. Dolayısıyla DALL-E'nin metin yorumlayıcısı olarak kullandığı GPT 4.0'ın burada çıkarımlar yaparak görsel oluşturduğu görülmektedir. Burada yapay zekâ görselin stilini, renk seçimini, kompozisyonunu, açısını ve aydınlatmasını kullanıcı yerine seçerek görseli oluşturmuştur. Bir yandan grafik bilmeyen birisi için olumlu olan bu durum, detaylara girilmek istendiğinde sorun oluşturabilecek niteliktedir. Bunu deneyimlemek için detaylı bir metin ile yine bir gül oluşturmak üzere “*Şeffaf arka planda, minimal çizgi sanatı tarzında, pembe renkli, üstten görünüm açısıyla tek bir gül çizimi*” istemi kullanılmış ve sonuç Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. Oluşturulan istemle elde edilen gül görseli

Şekil 4'ten de görüldüğü üzere istem detaylandırıldığında daha basit ancak daha hedefe yönelik bir görselin oluşturulabildiği görülmektedir. Şimdi daha sofistike ve sanat tarihine de referans veren bir istem oluşturup sonuçları değerlendirebiliriz:

“Georgia O’Keeffe tarzında, yakın plan makro perspektifinde, yumuşak pastel pembe ve krem tonlarında, organik formların ön planda olduğu, soyut ekspresyonist yaklaşımla, ipeksi petal dokularının belirgin olduğu, minimal ama dramatik ışık geçişleri olan, 1920’ler modernist estetik anlayışında bir gül kompozisyonu”



Şekil 5. Georgia O’Keeffe tarzına uygun olarak oluşturulan gül görseli

Şekil 5'ten de anlaşılacağı gibi, istem ile görsel üretmede en önemli nokta, istenilenlerin net olarak, eksiksiz bir şekilde metin içerisinde yer almasıdır. Ancak, metin içerisinden yapay zekanın yanlış çıkarımlar yapması da mümkündür.

Görselden görsel türetme ise, sonradan gelişmiş ve istenilene en yakın sonuçların alınabileceği bir görsel oluşturma türüdür. Burada kullanıcı yapay zekayı kendi talebi doğrultusundaki bir görselle besleyerek ana hattı/taslağı belirler ve buradan yola çıkarak istemlerde bulunur. Bir örnek olarak güller arasında yer alan bir kadının olduğu bir fotoğraf kullanımı ile istem yapılmıştır:

“Kırmızı saçlı kadın, mavi elbise, gül bahçesinde”



Şekil 6. *“Kırmızı saçlı kadın, mavi elbise, gül bahçesinde” isteminin görseli*

Şekil 6’da basit bir istem ile, ama görsel beslenerek yapılan bir uygulamanın sonucu görülmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken, YZ’ya fazla bir çıkarım yapma alanı bırakılmadan, taslak olarak bir görsel verilmesi durumunda istenilene daha yakın bir sonuç elde edilmesidir. Yükleme yapılan görsel içinden YZ kadını oldukça benzer bir arka plan ile ancak ellerinin konumunu değiştirerek ve fotografik bir tarzda türetmiştir. Daha detaylı bir istem ile daha verimli sonuçlar elde edilmesi de mümkündür:

“Édouard Manet’nin ‘Olympia’ ve ‘Le Déjeuner sur l’herbe’ eserlerinden ilham alan, 19. yüzyıl Fransız İzlenimciliği öncesi gerçekçilik tarzında; kırmızı saçlı genç kadın, açık mavi vintage elbise ve geniş kenarlı şapka ile, kırmızı güller dolu lush bahçe arka planında. Manet’nin karakteristik cesur fırça darbeleri, net kontur çizgileri, düz renk alanları ve çarpıcı tonal kontrastları ile. Klasik akademik resim tekniğinden ziyade moderne geçiş dönemi estetik anlayışı. Doğal ışık altında, plein air hissi veren ama kompozisyon olarak bilinçli şekilde düzenlenmiş. Manet’nin sosyal gerçekçilik yaklaşımıyla birleşen romantik bahçe atmosferi. Empresyonist öncü dönem karakteristiği taşıyan, cesur renk kullanımı ve konvansiyonel güzellik anlayışını sorgulayan tavrı.”



Şekil 7. “Édouard Manet’nin ‘Olympia’ ve ‘Le Déjeuner sur l’herbe’ eserlerinden ilham alan” istemi ile oluşturulan görsel

Şekil 7 incelendiğinde kullanılan YZ uygulamasının yüklenen görseli taslak olarak aldığı ve isteme uygun görseli türetebildiği açıkça görülmektedir. İlk dönem YZ çalışmalarında bile benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir (Qiao vd., 2022). Dolayısıyla temel olarak alınacak bir görsel ile daha detaylı ve daha sofistike görsellerin türetebileceği sonucuna varılmaktadır. Metinden görsel oluşturmada istenilen her bir detayın açık ve anlaşılabilir bir şekilde YZ’ya açıklanması gerekirken, görselden görsel türetmede bunun daha kolay olabildiği anlaşılmaktadır. Bu noktada YZ yüklenen görselin önemli parametrelerini kendine referans alabilmekte ve yapılan istemle de daha istenilene uygun görsel türetebilmektedir. İlkinde görsel baştan oluşturulurken, ikincisinde bir referanstan türetme işlemi söz konusudur.

5. HALI TASARIMINDA YAPAY ZEKÂ

Tekstil sektörünün en önemli ürün gruplarından birini ve bu kitabın ana konusunu oluşturan halının tasarımında yapay zeka uygulamaları hakkında benzer söylemler üretmek mümkündür. Halı tasarımı, tekstil sektörünün en estetik ve teknik açıdan en karmaşık alanlarından biridir. Tasarımın yalnızca görsel uyumu değil, aynı zamanda üretim tekniklerine uygunluğu da kritik önem taşımaktadır. Yapay zekâ tabanlı tasarım araçları, bu sürecin özellikle konsept geliştirme, varyasyon oluşturma ve renk kompozisyonu aşamalarında güçlü bir destek sunmaktadır. YZ iyi bir asistan olarak temel konseptin geliştirilmesi ve taslakların oluşturulmasında yardımcı olabilmektedir. Ancak, bu tasarımcının fonksiyonunu ortadan kaldırmamaktadır. Tasarımcı ile birlikte YZ’dan sonuç almak, konuya hâkim olmayan birisine kıyasla daha iyi sonuçlar verecektir. Önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere, taslak bir görsel ile üretim prensibi ile metinden üretime kıyasla hep daha iyi sonuçlar elde edilmektedir. Buna rağmen metinden görsel üretiminde,

her ne kadar istemdeki boşlukları YZ dolduruyor olsa da, temel seviyede iyi sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu kitapta yer alan örnekler hem modern hem geleneksel halı tasarımı yaklaşımlarını içermektedir. Minimalist geometrik desenlerden, klasik Anadolu motiflerine; lüks otel halılarından çocuk odası temalı tasarımlara kadar geniş bir yelpazede prompt'lar hazırlanarak DALL-E uygulamasına sunulmuştur. İstemlerde (prompt) renk, desen türü, doku, kullanım alanı ve bakış açısının net olarak belirtilmesi, elde edilecek görselin doğruluğunu önemli ölçüde artırmaktadır.

Günümüzde, karmaşık bordür desenleri veya çok ince detaylara sahip motiflerde yapay zekâ hâlâ bozulma, orantı hatası ya da desen kayması gibi sorunlar yaratabilmektedir. Ancak, teknolojideki hızlı gelişim sayesinde bu sınırlamaların yakın gelecekte büyük ölçüde ortadan kalkması beklenmektedir. Yapay zekânın halı tasarımı alanındaki geleceği; tamamen otomatik koleksiyon geliştirme, müşteri tercihleri doğrultusunda kişiselleştirilmiş tasarımlar oluşturma ve üretim süreçlerini optimize etme gibi alanlarda devrim niteliğinde yenilikler sunma potansiyeline sahiptir.

Aşağıda verilen istem ile DALL-E uygulamasında üretilmiş bir halı tasarımı görseli Şekil 8'de verilmiştir.

“Modern bir oturma odası için minimalist bir alan halısı tasarımı. Keskin ve dengeli geometrik desenler içerir; kesişen çizgiler, daireler ve üçgenler gibi şekiller kullanılır. Ana renk haki (zeytin yeşili) olup, yumuşak bej ve soluk toprak tonlarıyla tamamlanır. Tasarım sade, zarif ve uyumludur — görsel karmaşadan uzak durur. Halı dikdörtgen formda olup, nötr tonlarda aydınlık bir oturma odası içinde, çağdaş mobilyalarla birlikte yerleştirilmiş şekilde gösterilir. Dokusu yumuşak ve hafif kabarıktır; günlük kullanım ve konfor için uygundur. Desenlerin net biçimde görülebildiği üstten bakış (flat lay) ya da izometrik açıyla sunulur. Dijital tekstil tasarımı sunumu için uygundur.”



Şekil 8. DALL-E ile modern halı tasarımı görseli

Şekil 8'de yer alan görseller, istemdeki halı tasarımına oldukça yakın sonuçlar vermiştir. İstenen renk tonları, desen tipi ve kullanım alanı YZ tarafından doğru algılanmış ve bu doğrultuda bir görsel üretimi

gerçekleştirilmiştir. Bu görsel üretiminde bir taslak çizim kullanılması istenilene daha yakın sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Günümüz koşullarında, daha detaylı motifler istemde yer aldığında bazı sorunlar yaşansa da YZ'nın halı tasarımı alanında da gelecekte yaygın bir şekilde kullanılacağı aşikardır.

Anadolu motifleri içeren bir halı tasarımı için aşağıdaki istem oluşturulmuştur ve Şekil 9'da verilen halı tasarım görseli elde edilmiştir.

“Klasik Anadolu motiflerini temel alan, dikdörtgen formda bir alan halısı tasarımı. Ortada büyük bir madalyon motifi, çevresinde simetrik yerleşimli bitkisel ve geometrik bordürler bulunur. Ana renkler bordo, lacivert ve altın sarısı olup, zemin rengi krem tonundadır. Motifler yüksek detaylı ve net hatlara sahiptir. Tasarım, geleneksel halı dokuma estetiğini yansıtırken dengeli ve uyumlu bir kompozisyona sahiptir. Halı, ahşap mobilyalar ve sıcak tonlarda dekorasyona sahip klasik bir oturma odasında, üstten bakış (flat lay) ve izometrik açıyla gösterilir. Dokusu yün hissi verir; sıcaklık ve dayanıklılık için uygundur. Dijital tekstil tasarımı sunumu için yüksek çözünürlüklü hazırlanır.”



Şekil 9. DALL-E ile klasik Anadolu motifli halı tasarımı görseli

Şekil 9'da oluşturulan görsel, istemde tanımlanan klasik Anadolu halısı konseptini yüksek oranda yansıtmaktadır. Merkezdeki madalyon motifi, çevresini saran simetrik bitkisel ve geometrik bordürlerle uyum içinde sunulmuş; ana renk paleti olan bordo, lacivert, altın sarısı ve krem tonları görselde net biçimde korunmuştur. Desenlerin yerleşimi, geleneksel halı dokuma estetiğini yansıtan dengeli bir kompozisyon ortaya koymakta, bu da prompt'ta belirtilen “geleneksel halı dokuma estetiği” ifadesiyle örtüşmektedir. Motiflerdeki detay seviyesi, dijital ortamda üretim için yeterli keskinlikte olup Jacquard dokuma veya dijital baskı tekniklerine doğrudan uyarlanabilecek niteliktedir. Görselin üstten bakış açısıyla sunulması, hem

tasarımın bütünü net bir şekilde göstermekte hem de üretim öncesi desen değerlendirmesine olanak tanımaktadır. Bu açıdan bakıldığında, yapay zekâ ile üretilen tasarım, istemin beklentilerini karşılamakla kalmamış, aynı zamanda Anadolu halı geleneğini çağdaş dijital tasarım teknikleriyle başarıyla bütünleştirmiştir.

6. GELECEĞE BAKIŞ VE MESLEKİ DÖNÜŞÜM

Yapay zekâ destekli tasarım teknolojilerinin hızla gelişmesi, tasarım disiplinlerinin geleceğini köklü bir şekilde dönüştürmektedir. Önümüzdeki yıllarda, YZ'nın yalnızca yaratıcı süreçlerde destekleyici bir araç olmakla kalmayıp, tasarımın tüm aşamalarında aktif bir üretici aktör haline gelmesi beklenmektedir. Bu dönüşüm, tasarımcıların rolünü yeniden tanımlamakta; estetik ve teknik bilgi birikimini, veri analitiği, algoritmik düşünme ve çok disiplinli iş birliği becerileriyle birleştiren yeni bir mesleki profil ortaya çıkarmaktadır. Gelecekte, YZ ile çalışan tasarımcılar, yalnızca görsel ve estetik kararlar veren kişiler değil, aynı zamanda sistemleri yönlendiren, algoritmik parametreleri belirleyen ve müşteri beklentilerini veri odaklı şekilde tasarım süreçlerine entegre eden yaratıcı liderler olacaktır. Özellikle kişiselleştirilmiş ürün tasarımı, gerçek zamanlı üretim optimizasyonu ve sürdürülebilir malzeme kullanımı gibi alanlarda YZ'nın etkisinin daha belirgin hale gelmesi öngörülmektedir.

Bu dönüşüm sürecinde mesleki yetkinliklerin de evrilmesi kaçınılmazdır. Tasarımcıların, yapay zekâ ile iş birliği yapabilme, veriyi yorumlayabilme, etik ve telif hakları konularında bilinçli kararlar alabilme gibi yeni beceriler geliştirmesi gerekecektir. Eğitim kurumları ve sektörel paydaşlar, bu yetkinliklerin kazandırılması için yeni müfredatlar ve uygulamalı eğitim programları geliştirmelidir.

Sonuç olarak, yapay zekâ destekli tasarımın geleceği, yalnızca teknolojik yeniliklerle değil, aynı zamanda mesleki kültürün ve iş yapış biçimlerinin de dönüşümüyle şekillenecektir. Tasarımcılar için bu süreç, hem büyük fırsatlar hem de yeni sorumluluklar barındıran, yaratıcı vizyon ile teknolojik yetkinliğin harmanlandığı yeni bir çağın başlangıcıdır.

KAYNAKÇA

- Almahairi, A., Rajeshwar, S., Sordoni, A., Bachman, P., & Courville, A. (2018, July). *Augmented CycleGAN: Learning many-to-many mappings from unpaired data*. In *International Conference on Machine Learning* (pp. 195–204). PMLR.
- Amey Thakur, M. S. (2021). *Generative adversarial networks*. Volume, 9, 2307–2325.
- Araújo, D., Gomes, R., Gomes, I., Romero, L., & Miguel Faria, P. (2024). *Case study in generative adversarial networks for textile patterns generation*. *IADIS International Journal on Computer Science & Information Systems*, 19(2).
- Arjovsky, M., Chintala, S., & Bottou, L. (2017, July). *Wasserstein generative adversarial networks*. In *International Conference on Machine Learning* (pp. 214–223). PMLR.
- Ashritha, P., & Reddy, P. S. (2023). *Impact of artificial intelligence on management decision-making*. *International Journal of Advances in Business and Management Research (IJABMR)*, 1(2), 10–18. <https://doi.org/10.62674/IJABMR.2024.V1I02.002>
- Beg, M. A., & Yu, J. Y. (2020). *Generating embroidery patterns using image-to-image translation*. *arXiv preprint arXiv:2003.02909*.
- Brisco, R., Hay, L., & Dhami, S. (2023). *Exploring the role of text-to-image AI in concept generation*. *Proceedings of the Design Society*, 3, 1835–1844. <https://doi.org/10.1017/PDS.2023.184>
- Cetinic, E., & She, J. (2022). *Understanding and creating art with AI: Review and outlook*. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM)*, 18(2). <https://doi.org/10.1145/3475799>
- Creswell, A., White, T., Dumoulin, V., Arulkumaran, K., Sengupta, B., & Bharath, A. A. (2018). *Generative adversarial networks: An overview*. *IEEE Signal Processing Magazine*, 35(1), 53–65.
- Das, S., & Kundu, R. (2024). *The ethics of artificial intelligence in creative arts: A comprehensive review*. *Interdisciplinary International Journal of Advances in Social Sciences, Arts and Humanities (IIJASSAH)*, 1(1), 26–33. <https://doi.org/10.62674/IIJASSAH.2024.V1I1.003>.
- Dash, A., Ye, J., & Wang, G. (2023). *A review of generative adversarial networks (GANs) and its applications in a wide variety of disciplines: From medical to remote sensing*. *IEEE Access*, 12, 18330–18357.
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2020). *Generative adversarial networks*. *Communications of the ACM*, 63(11), 139–144.
- Han, H., Du, W., Feng, Z., Guo, Z., & Xu, T. (2024). *An effective Res-progressive growing generative adversarial network-based cross-platform super-resolution reconstruction method for drone and satellite images*. *Drones*, 8(9), 452.
- Huang, H., Yu, P. S., & Wang, C. (2018). *An introduction to image synthesis with generative adversarial nets*. *arXiv preprint arXiv:1803.04469*.

- Jung, D., & Suh, S. (2023). *Development of customized textile design using AI technology*. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 47(6), 1137–1156. <https://doi.org/10.5850/JKSCT.2023.47.6.1137>
- Karras, T., Aila, T., Laine, S., & Lehtinen, J. (2017). *Progressive growing of GANs for improved quality, stability, and variation*. *arXiv preprint arXiv:1710.10196*.
- Karras, T., Laine, S., Aittala, M., Hellsten, J., Lehtinen, J., & Aila, T. (2020). *Analyzing and improving the image quality of StyleGAN*. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 8110–8119).
- Li, R., Jiang, M., & Zhang, S. (2025). *Xiang embroidery image generation via improved DCGAN-WGAN-GP hybrid model: Unleashing the potential of digital heritage*. *Procedia Computer Science*, 266, 899–907.
- Mahyoub, M., Abdhulhussain, S. H., Natalia, F., Sudirman, S., & Mahmmoud, B. M. (2023, January). *Abstract pattern image generation using generative adversarial networks*. In *2023 15th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)* (pp. 172–177). IEEE.
- Micheli, P., Jaina, J., Goffin, K., Lemke, F., & Verganti, R. (2012). *Perceptions of industrial design: The “means” and the “ends.”* *Journal of Product Innovation Management*, 29(5), 687–704. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2012.00937.x>
- Mirza, M., & Osindero, S. (2014). *Conditional generative adversarial nets*. *arXiv preprint arXiv:1411.1784*.
- Oksanen, A., Cvetkovic, A., Akin, N., Latikka, R., Bergdahl, J., Chen, Y., & Savela, N. (2023). *Artificial intelligence in fine arts: A systematic review of empirical research*. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 1(2), 100004. <https://doi.org/10.1016/j.chbah.2023.100004>
- Pan, Z., Yu, W., Yi, X., Khan, A., Yuan, F., & Zheng, Y. (2019). *Recent progress on generative adversarial networks (GANs): A survey*. *IEEE Access*, 7, 36322–36333.
- Patashnik, O., Wu, Z., Shechtman, E., Cohen-Or, D., & Lischinski, D. (2021). *Styleclip: Text-driven manipulation of stylegan imagery*. In *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision* (pp. 2085–2094).
- Qiao, H., Liu, V., & Chilton, L. (2022). *Initial images: Using image prompts to improve subject representation in multimodal AI generated art*. *C&C '22: Proceedings of the 14th Conference on Creativity and Cognition*, 15–28. <https://doi.org/10.1145/3527927.3532792>
- Quan, H., Li, S., Zeng, C., Wei, H., & Hu, J. (2023). *Big data and AI-driven product design: A survey*. *Applied Sciences*, 13(16), 9433. <https://doi.org/10.3390/app13169433>
- Reed, S., Akata, Z., Yan, X., Logeswaran, L., Schiele, B., & Lee, H. (2016, June). *Generative adversarial text to image synthesis*. In *International Conference on Machine Learning* (pp. 1060–1069). PMLR.
- Saxena, D., & Cao, J. (2021). *Generative adversarial networks (GANs) challenges, solutions, and future directions*. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(3), 1–42.

- Shawon, M. T. R., Tanvir, R., Shifa, H. F., Kar, S., & Jubair, M. I. (2020, December). *Jam-dani motif generation using conditional GAN*. In *2020 23rd International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)* (pp. 1–6). IEEE.
- Ul-Huda, N., Ahmad, H., Banjar, A., Alzahrani, A. O., Ahmad, I., & Naeem, M. S. (2024). *Image synthesis of apparel stitching defects using deep convolutional generative adversarial networks*. *Heliyon*, 10(4).
- Vilgia Putri Beyan, E., Gisela Cinintya Rossy, A., & Vilgia Princess Beyan, E. (2023). *A review of AI image generator: Influences, challenges, and future prospects for architectural field*. *Journal of Artificial Intelligence in Architecture*, 2(1), 53–65. <https://doi.org/10.24002/JARINA.V2I1.6662>
- Wang, K., Gou, C., Duan, Y., Lin, Y., Zheng, X., & Wang, F. Y. (2017). *Generative adversarial networks: Introduction and outlook*. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 4(4), 588–598.
- Xu, T., Zhang, P., Huang, Q., Zhang, H., Gan, Z., Huang, X., & He, X. (2018). *AttnGAN: Fine-grained text to image generation with attentional generative adversarial networks*. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 1316–1324).
- Yuan, C., & Moghaddam, M. (2020). *Garment design with generative adversarial networks*. *arXiv preprint arXiv:2007.10947*.
- Zhang, Z., & Schomaker, L. (2022, July). *Optimized latent-code selection for explainable conditional text-to-image GANs*. In *2022 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)* (pp. 1–9). IEEE.



HALI ÜRETİMİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

“ ”

Lutfullah Sabri BOZKURT¹

Esin SARIOĞLU²

Memik Bünyamin ÜZÜMCÜ³

1 Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Halı Tasarımı ve Teknolojisi Anabilim Dalı,
ORCID: 0009-0005-0019-6554

2 Gaziantep Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi G.T.S. Halı Tasarımı Programı,
ORCID: 0000-0002-5741-1199

3 Gaziantep Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi G.T.S. Halı Tasarımı Programı,
ORCID: 0000-0003-1410-783X

1. GİRİŞ

Tekstil sektörü içerisinde ev tekstili alt kategorisinde yer döşemeleri olarak yer alan halı üretim sektörü, yüksek enerji tüketimi, kaynak kullanımı ve atık oluşumu nedeniyle çevresel etkileri bakımından dikkat çeken sektörlerden biridir. Bu bağlamda halıcılık sektörünün, sürdürülebilirlik doğrultusunda karbon ayak izini azaltan, döngüsel ekonomiye katkı sağlayan ve çevresel etkileri en aza indiren uygulamaları benimsemesi büyük önem arz etmektedir. Dokuma parça halı üretiminde Türkiye'nin önde gelen üretici bir ülke olması ve halı üreticilerinin Gaziantep ilinde yoğunlaşması bu sektörün sürdürülebilirlik çalışmalarını gerçekleştirmeleri önem arz etmektedir. Bu bölümde, iklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik tarihsel süreçten yola çıkılarak, tekstilde sürdürülebilirlik çerçevesinde halı üretiminde sürdürülebilir kalkınma yaklaşımları ele alınmakta; sektöre özgü karbon ayak izi kaynakları incelenmekte ve karbon ayak izi azaltım ve sürdürülebilir üretim stratejileri sunulmaktadır. Böylece, çevresel sorumluluk bilinciyle halıcılık sektörünün sürdürülebilir geleceğine dair bütüncül bir çerçeve sunulması amaçlanmaktadır.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELENİN TARİHSEL SÜRECİ

Sanayi devriminden bu yana hızla büyüyen üretim süreçlerinin sonucu olarak doğal kaynaklar sanki sonsuzmuş gibi tüketilmiş, hedonist toplumu olarak adlandırılan haz toplumunun taleplerine hızla cevap verebilmek adına enerji, kaynak vb. unsurların çevresel etkileri göz ardı edilmiştir. Ancak çevreye verilen bu tahribatın bir sonucu olarak ortaya çıkan iklim krizi sonucunda kaynakların tüketilmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması, atıkların çevresel etkileri, sosyal eşitsizlikler vb. sorunlar küresel gündemin merkezine taşınmıştır. Bu kapsamda 1972 yılında Stokholm'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansında çevre sorunları ilk defa küresel ölçekte tartışılmış ve bununla ilgili olarak Stockholm bildirgesi yayınlanmıştır (Sohn, 1973). Daha sonra 1987 yılında "Our Common Future" (Ortak Geleceğimiz) olarak adlandırılan Brundtland Raporu, Birleşmiş Milletler (BM) tarafından oluşturulan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından hazırlanmıştır. Komisyona Norveç'in eski başbakanı Gro Harlem Brundtland başkanlık ettiği için, rapor onun adıyla anılmıştır. Brundtland Raporu'nda sürdürülebilirlik kavramı ilk defa kapsamlı ve resmi bir biçimde dünya kamuoyuna tanıtılmıştır. Bu raporda, sürdürülebilir kalkınma *"gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılamak"* olarak tanımlanmıştır (Keeble, 1988). 1988 yılında ise Birleşmiş Milletler tarafından Intergovernmental Panel on Climate Change / Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur. Bu panelde iklim bilimi üzerine iklim değişikliği, etkileri ve gelecekteki potansiyel riskler noktasında düzenli bilimsel raporlar yayınlanmakta ve

aynı zamanda politika yapıcılara uyum ve azaltım konularında seçenekler sunulmaktadır. 1992 yılında ise IPCC'nin ilk bütüncül değerlendirme raporu yayınlanmıştır. Bu rapor, 19. yüzyıl sonundan itibaren ortalama küresel yüzey sıcaklığı yaklaşık 0,3°C-0,6°C arttığını, karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), nitroz oksit (N₂O) gibi sera gazlarının atmosferdeki birikiminde ciddi artış gözlemlendiğini, bu artışların temel nedeninin, insan kaynaklı emisyonlar olduğunu (sanayi, enerji, tarım, arazi kullanımı değişimi vb.) ortaya koymuştur (Intergovernmental Panel on Climate Change, 1992). Aynı yılın Haziran ayında Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) imzaya açılmıştır. Bu sözleşme iklim değişikliği tehdidine karşı uluslararası düzeyde oluşturulmuş ilk kapsamlı ve bağlayıcı olmayan çerçeveyi sunmuştur. Sözleşme, devletleri sera gazı emisyonlarını sınırlamaya, etkilenebilecek ülkeleri desteklemeye ve iklim değişikliğine dair bilimsel bilgi üretimini artırmaya çağırmıştır. Ancak bu sözleşme, bağlayıcı hedefler koymaktan çok, prensipleri ve iş birliği mekanizmalarını tanımlayan bir yapı sunmuştur. Aynı zamanda yılda bir toplanılarak gelişmelerin gözden geçirilmesi ve yeni kararların alınması amacıyla Conference of the Parties/ Taraflar Konferansı (COP) mekanizması kurulmuştur (United Nations, 1992). Bununla birlikte, Convention of Biological Diversity/BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve UN Convention to Combat Desertification/BM Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi de imzaya açılan diğer sözleşmeler olarak, toplamda üç sözleşme "Rio Sözleşmeleri" olarak tarihe geçmiştir (United Nations Framework Convention on Climate Change, 1992).

Bu çabaların bir sonucu olarak insan kaynaklı iklim değişikliği ile mücadele amacıyla geliştirilmiş ve bağlayıcılığı olan ilk uluslararası anlaşma olan Kyoto Protokolü 1997 yılında Japonya'nın Kyoto kentinde gerçekleştirilmiştir (United Nations Framework Convention on Climate Change, 1997). Kyoto Protokolü, insan kaynaklı iklim değişikliğiyle mücadele amacıyla geliştirilmiş ve bağlayıcılığı olan ilk uluslararası anlaşma olmuştur ve 2005 yılında yürürlüğe girmiştir.

12 Aralık 2015'te COP21 kapsamında Fransa'nın Paris kentinde 196 ülkenin katılımıyla kabul edilen ve 1 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe giren ve aynı zamanda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)'nin hukuki çerçevesi içinde yer alan Paris İklim Anlaşması Kyoto Protokolü'nün yerine geçerek daha kapsayıcı ve esnek bir küresel iklim rejimi oluşturmuştur. Bu anlaşmanın ana hedefleri; küresel sıcaklık artışını 2°C'nin oldukça altında, mümkünse 1,5°C ile sınırlamak, iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırmak ve düşük emisyonlu kalkınma yollarını teşvik etmek ve iklimle uyumlu finansal akışları desteklemek olarak sıralanmıştır (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015). Hukuken bağlayıcı, ancak emisyon azaltım hedeflerini her

ülkenin kendi belirlediği şekilde tanımlayabildiği ve gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkelerin yükümlü olacağı bu anlaşmayı Avrupa Birliği (AB) ve 190 devlet (bu devletler toplamda insan kaynaklı emisyonların %95'inden fazlasını oluşturmaktadır) katılmıştır veya onaylamıştır (United Nations Treaty Collection, 2015). Bu kapsamda ülkelerin bağlayıcı olarak iklim değişikliği ile mücadele çalışmaları hızlı bir şekilde ilerlemiştir. 2050 yılında Avrupa Birliği'nin iklim açısından nötr hale getirilmesini amaçlayan bir dizi politika içeren Yeşil Mutabakat, Avrupa Komisyonu tarafından 2020 yılında onaylanmıştır. Bu politikaların uygulanmasına ilişkin yönetmelikler ise Avrupa Birliği'nin büyüme stratejilerine hizmet etmek amacıyla yayınlamıştır (European Commission, 2019). Paris İklim Anlaşması'nın onaylanmasına ilişkin kanun teklifinin TBMM tarafından kabul edilmesiyle ve 7 Ekim 2021 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanmasıyla, Türkiye resmen anlaşmaya taraf olmuştur. Bu durum da başta sanayinin dönüşümü, temiz enerjinin kullanımı, toplumsal değişimin sağlanması, su ve gıda güvenliğinin artırılması, ulusal eylem planlarının hazırlanması, karbon nötr hedeflerinin gerçekleştirilmesi noktasında ciddi çalışmaları beraberinde getirmektedir. Bu noktada en önemli gelişme ise 9 Temmuz 2025 tarih 7552 sayılı Resmî Gazete'de "İklim Kanunu" yayımlanması olarak karşımıza çıkmaktadır. İklim Kanunu'nun temel amaçları ve tanımları sera gazı emisyonlarının azaltılması, iklim değişikliğine uyum faaliyetleri, planlama, uygulama, denetim ve teşvik mekanizmaları, Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) kurulması, gönüllü karbon piyasalarının geliştirilmesi olarak tanımlanmıştır. Türkiye'nin ilk kapsamlı iklim değişikliği yasası olan İklim Kanunu; ETS, Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM), karbon fiyatlandırma gibi AB uyum süreci ile doğrudan ilişkili, tüm sektörleri, kurumları ve yerel yönetimleri kapsayan geniş bir yasal çerçeve sunan, şirketler, belediyeler ve Sivil Toplum Kuruluşları (STK) için yasal zorunluluklar ve yeni fırsatlar (finansman, dönüşüm, teknoloji) getiren, Türkiye'nin yeşil büyüme vizyonu ve net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda iklim değişikliğiyle mücadele etmesinin çerçevesinin oluşturulduğu stratejik bir politika belgesidir (İklim Kanunu, 2025). Bu kapsamlı düzenleme ile Türkiye, iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası standartlarla uyumlu, piyasa temelli ve çok paydaşlı bir yönetim modeli benimseyerek, düşük karbonlu kalkınma sürecine kurumsal, ekonomik ve çevresel boyutlarda yön verme iradesini yasal güvence altına alma yolunda önemli bir adım attığını söylemek mümkündür.

3. TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Tekstil sektörü, yüksek oranda doğal kaynak tüketimi, yüksek enerji gereksinimi, kimyasal kullanımı, su tüketimi, atık miktarı vb. unsurlardan dolayı iklim değişikliği üzerinde en büyük etkiye sahip sektörlerden birisidir. Tekstil endüstrisi, su, enerji, kimyasal ve hava kirliliği gibi yüksek çevresel etkileriyle aynı zamanda sürdürülebilirliğin kritik alanlarından da biridir (Acar, Kılıç & Güner, 2015). Bu sektör, küresel endüstriyel su tüketiminin

%10'unu oluşturmakta ve yılda yaklaşık 93 milyar metreküp su kullanmaktadır. Ayrıca, küresel kimyasal üretimin %25'ini tüketmekte ve büyük miktarda katı, sıvı ve gaz atığı üretmektedir (Lyu vd., 2021). Tekstil sektörünün yapısı gereği yaşanan sürdürülebilirlik problemleri aşağıda listelenmektedir:

- **Sektörel Karmaşıklık:** Sürdürülebilirlik kavramı, sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarıyla sadece çevre dostu üretimi değil, aynı zamanda sosyal eşitlik ve uzun vadeli ekonomik istikrarı da kapsamaktadır (Amini & Bienstock, 2014). Ekonomik, sosyal ve çevresel kriterleri bütünsel olarak ele almayan yöntemler, sürdürülebilirlik açısından yetersiz kalmaktadır (Zamcopé, Ensslin & Ensslin, 2012).
- **Stratejik Kopukluklar:** Birçok firmanın sürdürülebilirlik çabalarının başarısız olmasının en önemli nedenlerinden biri, bu girişimlerin şirket stratejileriyle bütünleşememesi olarak benimsenmektedir. Sürdürülebilirlik çoğu zaman bir halkla ilişkiler faaliyeti olarak görülmekte ve sistematik kurumsal dönüşüm sağlanamamaktadır (Amini & Bienstock, 2014).
- **Yetersiz Uygulama ve Yeşil Görünüm Tehlikesi:** Şirketlerin sürdürülebilirlik konusundaki taahhütleri ile gerçek uygulamaları arasında büyük bir “davranış boşluğu” bulunmaktadır. Yeşil aklama (greenwashing) riski yüksektir; bu da şirketlerin sürdürülebilirlik iddialarını gerçekleştirememesiyle sonuçlanmaktadır (Luqmani, Leach & Jesson, (2017).
- **Yüksek Kaynak Tüketimi:** Tüketim oranlarının artması, doğal kaynakların yeniden üretim kapasitesinin aşılmasına neden olmaktadır (Roy, Sen & Pal, 2020). Gelişmiş ülkelerdeki tüketim düzeyinin, gelişmekte olan ülkelere göre 32 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Yıllık tekstil üretimi yaklaşık 93 milyar metreküp su tüketmektedir (Chen, 2021). Sanayi ürünlerinin (örneğin bir kot pantolon üretimi için 500 galon su gerektiği gibi) üretiminde kullanılan su miktarı oldukça yüksektir (Avlonas & Nassos, 2014). Bununla birlikte, tekstil işlemleri, küresel endüstriyel tatlı su kirliliğinin %20'sini oluşturmaktadır (boyama ve bitim işlemleri nedeniyle), bu da ciddi çevre problemlerine sebep olmaktadır (Desore & Narula, 2017; Chen, 2021). Aynı zamanda, kimyasal kullanımı oldukça yüksektir (Kır, 2024). Tekstil işlemlerinde kullanılan bu kimyasallar toksik atık ve GHG (sera gazı) üretmektedir (Plakantonaki, 2023). Yüksek enerji tüketimi de tekstil sektörünün bir diğer dikkate alınması gereken unsurdur (Roy, Sen & Pal, 2020)
- **Fosil Yakıtların Kullanımı:** Tekstil sektöründeki üretim süreçlerinin genellikle fosil yakıtlara dayalı olması iklim değişikliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Avlonas & Nassos, 2014).

- **Atık Problemi:** Tekstil gibi üretim odaklı sektörlerde, kullanılan doğal kaynakların %90'ından fazlasının atık haline geldiği belirtilmektedir (Barker, 2011). Tekstil sektörü yıllık yaklaşık 92 milyon ton atık üretmekte olup, bu atıkların çoğu çöplüklere gitmekte ya da yakılmaktadır (Fahmy, 2025). Bununla birlikte, 2030 yılına kadar küresel tekstil atığı miktarının 134 milyon tona ulaşması beklenmektedir (Chen vd., 2021). Her yıl milyonlarca ton tekstil atığı, özellikle sentetik kumaşlar doğada çözünmediği için ciddi çevresel tehdit oluşturmaktadır (Cuc & Vidovic, 2011).
- **Geri Dönüşüm Oranlarının Düşüklüğü:** Kullanılmış tekstil ürünlerinin büyük bölümü çöpe atılmakta ya da yakılmakta, gerçek anlamda geri dönüşüm oranı çok düşük kalmaktadır (Warwas vd., 2021). Avrupa'da tekstil geri dönüşüm oranı %25, ABD'de ise sadece %16,2'dir (Fahmy, 2025). Aynı zamanda çok bileşenli tekstil ürünlerinin yapısal özellikleri geri dönüşümü zorlaştırmaktadır (Ramírez-Escamilla, 2024). Etkili geri dönüşüm yapılmaması sebebiyle yılda yaklaşık 500 milyar dolar değerinde ekonomik kayıp yaşanmaktadır (Fahmy, 2025).
- **Sosyal Eşitsizlik:** Tekstil atıklarının çoğu düşük gelirli ülkelere gönderilmekte ve burada düşük ücretli işçiler tarafından işlenmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde tekstil işçileri düşük ücretler almakta ve güvencesiz koşullarda çalışmaktadır (Luján-Ornelas vd., 2020; Rajan, 2022). Bu durum sosyal adaletsizlik yaratmaktadır (Fahmy, 2025).
- **Moda Döngüsünün Hızlanması:** "hızlı moda" anlayışıyla kısa ömürlü ürünlerin çoğalmasıyla birlikte ürünlerin az kullanılıp atılması söz konusu olmaktadır (Burns & Carver, 2021). Bu durum düşük kalite, sık üretim değişiklikleri ve tedarikçi ile kopukluklara sebep olmaktadır (Raian, 2022).
- **İş birliği eksikliği:** Paydaşlar arasında iş birliğinin eksikliği uzun vadeli sürdürülebilirlik uygulamalarında zorluklara sebep olmaktadır (Schmidpeter, 2013).
- **Tüketici Davranışı:** Tüketicilerin çevreci ürünlere ilgisi artsa da, yüksek fiyat ve modaya uygunluk gibi faktörler satın alma kararını olumsuz etkileyebilmektedir (Desore & Narula, 2017). Aynı zamanda geri dönüşüm ve yeniden kullanım konusunda tüketici farkındalığı oldukça düşüktür.
- **Statik ve Etkileşimsiz Sürdürülebilirlik İletişimi:** Şirketlerin büyük bir kısmı sürdürülebilirlik bilgilerini web sitelerinde yayınlamakta, ancak bu bilgilendirme çoğunlukla metin tabanlı ve interaktif olmayan formatta sunulmaktadır; sosyal medya entegrasyonu neredeyse hiç kullanılmamaktadır (Jain & Winner, 2016).

- Kısa Vadeli Yaklaşımlar: Sürdürülebilir moda ürünlerinin çoğu geçici kampanyalarla sınırlı kalmakta, uzun vadeli stratejilere dönüştürülememektedir (Na & Na, 2015).
- Yüksek Maliyet: Organik, geri dönüştürülmüş ve biyobozunur malzemelerin maliyeti yüksek olduğundan, ürün portföyünde bu tür ürünlerin oranı oldukça düşüktür (toplam ürünlerin %1'inden az). Bununla birlikte, çevreci ürünlerde estetik ve tasarım kalitesi yetersiz kalmakta, bu da tüketici ilgisini azaltmaktadır (Na & Na, 2015).
- Yetersiz Sistem Yaklaşımı: Geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik sadece ürün bazında ele alınmakta, üretimden tüketime kadar tüm yaşam döngüsünü kapsayan entegre sistemler eksik kalmaktadır (Na & Na, 2015).
- Yetersiz Ayrışma: Markalar, özgünlükten yoksun, birbirine benzer yeşil pazarlama stratejileri yürütmekte ve tüketicide düşük etki yaratmaktadır (Na & Na, 2015).
- Sosyal ve Ekonomik Etkiler: Çalışan hakları, iş güvenliği ve refahı gibi sosyal boyutlar göz ardı edilmekte ve ekonomik değerlendirmeler çoğunlukla maliyet analiziyle sınırlı kalmaktadır (Gbolarumi, Wong & Olohunde, 2021).
- Sentetik Liflerin Baskınlığı: Küresel elyaf üretiminin %69'u sentetik liflerden oluşmakla birlikte, çoğunluğunun polyester olduğu görülmektedir. Bu üretim için yıllık yaklaşık 98 milyon ton petrol kullanılmakta ve bunun bir sonucu olarak biyolojik olarak çözünmeyen mikro-plastikler deniz yaşamını tehdit etmektedir (Chen, 2021).
- Döngüsel Ekonomiye Geçişte Zorluklar: Döngüsel stratejiler (onarma, yeniden yapım, kiralama, ikinci el satış) önerilmekte fakat uygulanabilirliği ve kalite ile ilgili sorunlar yaşanmaktadır (Spinelli vd., 2023).
- Sağlık ve Güvenlik Problemleri, İnsan Hakları İhlalleri: İşyerlerinde toksik maddelere maruz kalma, yüksek yaralanma riskini doğurmaktadır. Ayrıca göçmen işçilerin maruz kaldığı eşitsizlikler ve toplu pazarlık hakkının ihlali söz konusudur (Muñoz-Torre vd., 2023).

Tekstil sektöründe sürdürülebilirliğin gerekliliği çevresel tahribat, kaynak israfı, sosyal adaletsizlikler ve ekonomik kırılganlıklar gibi çok yönlü sorunların çözülmesi açısından önemlidir. Sürdürülebilirlik ise çevresel, ekonomik ve sosyal olmak üzere üç temel boyutta ele alınmaktadır (European Commission, 2022).

Çevresel Sürdürülebilirlik: doğal kaynakların (hava, su, toprak, enerji gibi) kullanımının, ekosistemlerin kapasitesini aşmadan ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını riske atmadan yönetilmesini ifade etmektedir. Buradan hareketle çevreye verilen zararların en aza indirilerek uzun vadeli ekolojik dengenin sağlanması amaçlanmaktadır. Tekstil sektörü bağlamında ise, doğal kaynakların aşırı tüketiminin önlenmesi, zararlı kimyasalların kullanımının ve atık oluşumunun azaltılması, sentetik malzemelerden kaynaklı mikrofiber/mikroplastik kirliliğiyle mücadele, geri dönüştürülebilir ve dayanıklı ürün tasarımı, karbon emisyonlarının ve su ayak izinin azaltılması gibi konuları kapsayan geniş bir yelpazede değerlendirilmektedir (European Commission, 2022).

Ekonomik Sürdürülebilirlik: ekonomik büyümenin ve kalkınmanın uzun vadeli olarak sürdürülebilir olması, istihdamın yaratılması ve kaynakların verimli kullanılmasını ifade etmekle birlikte bu alanda ekonomik faaliyetlerin çevresel ve sosyal boyutlarda dengeli şekilde yürütülmesini amaçlanmaktadır. Tekstil sektörü açısından ise döngüsel iş modelleri (kiralama, onarım, yeniden kullanım), yerel üretimin desteklenmesi ve ithalat bağımlılığının azaltılması, yeşil teknolojilere yatırım yapılması, KOBİ'lerin rekabetçiliğinin artırılması, geri dönüşüm ve inovasyon temelli yeni pazar fırsatlarının oluşturulması gibi uygulamalar söz konusudur (European Commission, 2022).

Sosyal Sürdürülebilirlik: toplumsal refahı, adaleti ve insan haklarını gözeten, bireylerin sağlıklı, güvenli ve eşit bir yaşam sürmesini destekleyen eşitlikçi yapıları ifade etmektedir. Burada ise sosyal bütünlüğü ve katılımcılığı uzun vadede korumak hedeflenmektedir. Tekstil sektöründe ise özellikle işçi haklarının ve adil ücretin güvence altına alınması, kadın emeğinin korunması ve desteklenmesi, çocuk işçiliğinin ortadan kaldırılması, güvenli ve sağlıklı çalışma koşullarının sağlanması, eğitim ve beceri gelişimine yönelik programların yaygınlaştırılması gibi unsurlar ön plana çıkmaktadır (European Commission, 2022).

Bahsi geçen üç sürdürülebilirlik boyutunun her birinin birbirini etkilemesi söz konusu olduğundan karşılıklı bağımlılık ve etkileşimin olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin, ekonomik boyut sahip olunan doğal kaynaklara dayanır (çevresel boyut), sosyal refah ekonomik kaynaklarla sağlanır (ekonomik boyut) ve toplum sağlığı ve sosyal adalet, çevresel koşullardan etkilenir (sosyal ve çevresel boyutlar). Sürdürülebilirlik çalışmalarında ise bu üç boyutun göz önüne alınması ve bu boyutlar arasında bir dengenin kurulması gerekmektedir. Örneğin, yüksek çevresel standartlar, kısa vadede üretim maliyetlerini artırabilir ama uzun vadede ekonomik dayanıklılık sağlamaktadır (European Commission, 2022).

4. HALI VE KİLİM SEKTÖRÜ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERSPEKTİFİ

Ev tekstil ürünü olan halı ve kilimin gerek üretim metodu olarak gerekse kullanım alanı olarak çok farklı çeşitleri bulunmaktadır. Pazar hacmi göz önüne alındığında ise küresel halı ve kilim pazarının büyüklüğü 2024 yılında 58,93 milyar ABD doları olarak gerçekleşmiştir. Pazarın 2025 yılında 64,19 milyar ABD dolarından 2032 yılına kadar 133,94 milyar ABD dolarına yükseleceği öngörülmektedir. Tafting halılar pazara hakim konumda karşımıza çıkmaktadır. Bunu Wilton dokuma halılar, Axminster dokuma halılar, el dokuma halıları ve diğerleri takip etmektedir (Fortune Business Insights, 2024).

Türkiye, küresel halı ve kilim sektöründe baskın bir güç olarak kendini kanıtlamış bir ülkedir. 2024 yılında halı ihracatı yaklaşık 2,9 milyar ABD doları olan Türkiye’de dünya halılarının yaklaşık %40’ı üretilmektedir. Türkiye’de halı üretiminin yoğunlaştığı illerin başında Gaziantep, İstanbul, Uşak, Bursa ve Kayseri gelmektedir (Mordor Intelligence, 2024).

Halı yapısı itibarıyla ağır ve hacimli olması sebebiyle büyük miktarlarda atık oluşturma kapasitesine sahip bir zemin kaplamasıdır. Avrupa’da yılda yaklaşık 1,6 milyon ton, Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nde ise 3,4 milyon ton halı atığı oluşmakta; büyük kısmı ya yakılmakta ya da depolama alanlarına gönderilmektedir. Bununla birlikte, halıların sentetik ve biyolojik olarak parçalanamayan yapısı çevre kirliliğini artırmaktadır (Gamage vd., 2024). Diğer yandan, halıların performansını, dayanıklılığını ve kullanım ömrünü artırmak amacıyla farklı kimyasallar kullanılarak halıların sırtı kaplanmaktadır. Halı sırtının kaplanması ile halının şeklinin korunmasına, liflerin sabitlenmesine, halının ön yüzündeki ipliklerin sırt kısmına daha sıkı tutunmasına ve kaymaz bir yüzey oluşturarak zemine daha iyi tutunmasına katkıda bulunmaktadır. Ancak sırt kaplaması ile halının sırt yüzeyinde ipliklerin ve sırt kaplamasının güçlü bir şekilde birleşmiş olması sebebiyle halıların kullanım sonrası geri dönüşüm olanaklarının çok sınırlı olmasına da sebep olmaktadır.

Halı sektörünün mevcut durumu da göz önüne alındığında sürdürülebilirlik çalışmalarında üretim, enerji ve teknoloji boyutu, çevresel sürdürülebilirlik, yönetim ve politika boyutu, pazarlama ve tüketici boyutu, sosyal boyutu, sertifikasyonlar olmak üzere toplam 6 kategoride değerlendirme önerileri aşağıda sunulmuştur;

Üretim, Enerji ve Teknoloji Boyutu

- Halı üretiminde sürdürülebilirliğin en önemli bileşenlerinden biri olan dijitalleşme ve otomasyon sayesinde özellikle halı üretiminde verimliliğin artırılması, hata oranlarının düşürülmesi ve kaynak kullanımının optimize edilmesi gereklidir. Aynı zamanda yapay zekâ ve nesnelerin interneti (IoT) sayesinde büyük verilerin analizi ile birlikte üretimde enerji ve hammadde tasarrufu sağlanması,

ekipmanların bakım ihtiyaçlarının önceden öngörülmesi ve aynı zamanda üretim parametrelerinin optimize edilmesi önerilmektedir (Kanashayev vd., 2025). Bu gelişmeler, halı üretiminde operasyonel verimliliğin artırılmasına katkı sağlayarak sektörün sürdürülebilir dönüşümünde kritik bir rol üstlenmektedir.

- Halı üretiminde, üretici firmaların ortak amaçlar doğrultusunda kendi aralarında küme oluşturması ve Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) ve bilgi teknolojilerinin halı kümelerinde uygulanması, stok yönetimi, sipariş takibi, tasarım süreçleri ve verimlilik artırıcı faaliyetlerin gerçekleştirilmesi ile firmaların daha dirençli hale getirilmesi de aynı zamanda önemlidir.
- Firmaların yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgar, hidroelektrik vb.) kullanımı açısından teşvik edilmesi (Parvaresh & Amini, 2024) yoluyla enerji tüketiminden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılması ve böylelikle firmaların karbon ayak izi azaltımlarında avantajlı bir duruma gelmeleri gerekmektedir.
- Daha az hammadde tüketilmesi, uzun ömürlü halıların üretilmesi, halı üretiminde geri dönüştürülmüş veya biyobazlı malzemelerin kullanılması (NSF International, 2008), geri dönüştürülmüş ipliklerin (akrilik, polyester, polipropilen vb.) kullanılması ve aynı zamanda döngüsel içerik (geri dönüştürülmüş veya yenilenebilir hammadde) ve sorumlu kaynak kullanımının teşvik edilmesi (Government of the District of Columbia, 2023) firmaların sürdürülebilir üretim gerçekleştirme stratejileri arasında önemli bir yere sahiptir.

Çevresel Sürdürülebilirlik

- Çevresel sürdürülebilirlik çalışmaları kapsamında özellikle halıların kullanım sonrası depolama alanlarına gönderilmesi ve yakılması yerine geri dönüşüm ve yeniden kullanım olanaklarının sağlanması önem arz etmektedir (Luthin, Crawford & Traverso, 2024; Kanashayev vd., 2025).
- Doğal kaynaklardan ve/veya fosil yakıtlardan elde edilen birincil hammadde tüketiminin düşürülmesi ve döngüsel ekonominin teşvik edilmesi ile küresel ısınma potansiyelinin (GWP) ve fosil kaynak kullanımının önemli ölçüde azaltılması teşvik edilmelidir (Luthin, Crawford & Traverso, 2024; Kanashayev vd., 2025). Böylelikle, hem çevresel etkilerin minimize edilmesi hem de sürdürülebilir üretim ve tüketim modellerine geçişin hızlandırılması mümkün olacaktır.

Yönetim ve Politika Boyutu

- Firmaların, çalışanlardan müşterilerine kadar tüm paydaşlarına sera gazı emisyonlarının etkilerinin anlaşılması amacıyla bilgilendirme faaliyetleri gerçekleştirmesi ve birlikte sürdürülebilirlik çalışmaları yürütmeleri küresel rekabet açısından firmalara ciddi avantajlar sağlayacaktır (Stubbs & Cocklin, 2008)
- Taşımadan kaynaklanan emisyonlarının azaltılması, yenilikçi paketlenme ve karbon dengeleme programlarının desteklenmesi ve uygulanması, sektörün toplam karbon ayak izinin düşürülmesine ve sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamalarının güçlendirilmesine katkı sağlayacaktır (Stubbs & Cocklin, 2008),
- Devlet destekli fonlar, hibeler ve sübvansiyonlarla yenilikçi ve sürdürülebilir teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması ile sektörün düşük karbonlu üretim süreçlerine geçişi hızlandırılacaktır (Kanashayev vd., 2025)

Ekonomik, Pazarlama ve Tüketici Boyutu

- Tüketicilerin çevre dostu ürünleri tercih etmesi için bilinçlendirilmesi ile sürdürülebilir üretim modellerinin pazarda karşılık bulması kolaylaşacak ve uzun vadede hem çevresel fayda hem de marka bağlılığı açısından önemli katkılar sağlanacaktır (Parvaresh & Amini, 2024; Kumar, Kumar & Mishra, 2020).
- Halı sektörünün dijital satış kanallarını kullanarak küresel pazara erişmesi, tüketici ile doğrudan bağlantı kurması ve çevrimiçi markalaşma ile satışlarını artırması önerilmektedir (Kanashayev vd., 2025). Bu yaklaşım aynı zamanda sürdürülebilir ürünlerin daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlayacak firmaların sektörde rekabet gücünü ve görünürlüğü artıracaktır.
- Tüketici alışkanlıklarına dayalı özel kampanyalar, içerik pazarlaması, hedefli reklamcılık ve sürdürülebilir ürün hikâyeleri ile müşteri bağlılığının güçlendirilmesi, sürdürülebilir tüketim davranışlarının teşvik edilmesine katkı sağlayacaktır (Kanashayev vd., 2025).

Sosyal Boyutu

- İşçi hakları, sağlık ve güvenlik, toplum ve yönetim alanlarında risklerin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması halı sektöründe sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması ve paydaş güveninin artırılması açısından kritik bir gereklilik olarak görülmektedir (Luthin, Crawford & Traverso, 2024).
- Halının insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerinin minimize edilmesi de sosyal sürdürülebilirlik açısından önemli bir parametredir (NSF International, 2008).

Sertifikasyonlar

- CRI Green Label Plus Programı halılardan kaynaklı VOC (uçucu organik bileşik) emisyonlarını minimize ederek iç hava kalitesini iyileştirmeyi hedeflemektedir. Halıların düşük emisyonlu olması, Leadership in Energy and Environmental Design / Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik (LEED) gibi yeşil bina sertifikasyonlarında puan kazandırmaktadır (Carrier, 2009). Halı, yapıştırıcı ve altlık ürünlerinde düşük emisyon kriterlerini sağlayan, iç hava kalitesini iyileştiren sertifikasyon programı olan CRI Green Label Plus, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından federal satın almalarda önerilen standartlardan biridir (Government of the District of Columbia, 2023).
- ANSI/NSF 140-2007 Halı Sürdürülebilirlik Standardı halının ürün yaşam döngüsü boyunca çevre ve sağlık etkilerini beş kategoride (halk sağlığı/çevre, enerji, malzeme, üretim, geri dönüşüm/ömrün sonu yönetimi) değerlendirmektedir. Bu standartta yüksek sertifikasyon seviyeleri için geri dönüştürülmüş veya biyobazlı malzeme kullanımı zorunlu hale gelmektedir (Carrier, 2009). Firmaların halılarda malzeme yönetimi, üretim süreçleri, kurumsal yönetim, ürünün ömrü sonunda geri dönüşüm stratejileri ve inovasyon kriterlerinde değerlendirildiği standartta firmalara Silver, Gold ve Platinum seviyelerinde sertifika verilmektedir (Government of the District of Columbia, 2023).
- Beşikten beşiğe (Cradle to Cradle (C2C)) ise halının malzeme sağlığı, malzeme döngüsellliği, yenilenebilir enerji ve karbon yönetimi, su yönetimi ve sosyal adalet kriterlerine göre değerlendirildiği ve firmalara Bronz, Gümüş, Altın ve Platin seviyelerinde sertifikasyon verildiği bir standarttır. Bu standartta yüksek seviyelerde, zararlı maddelerin kullanılması yasaklanmıştır ve firmaların yenilenebilir enerji kullanımlarını artırmaları şarttır (Government of the District of Columbia, 2023). Bu standartta aynı zamanda işçi sağlığı, güvenliği ve adil çalışma koşulları gibi sosyal kriterlerin değerlendirilmesi gerçekleştirilmektedir (Government of the District of Columbia, 2023).

5. SONUÇ

Halı sektörü, yüksek enerji tüketimi, hammadde kullanımı ve yüksek atık oranı ile çevresel etkileri en yoğun olan tekstilin alt sektörlerinden birisidir. Bu çalışmada tekstil sektöründe sürdürülebilirlikle ilgili yaşanan/yaşanabilecek sorunlar ve mevcut durumu ışığında halı üretiminde gerçekleştirilecek sürdürülebilirlik çalışmaları kapsamında ulusal ve uluslararası iklim politikaları çerçevesinde stratejilerin belirlenerek bütüncül önerilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Sürdürülebilirliğin üç temel (çevresel, ekonomik ve sosyal) bileşeni göz önüne alınarak üretimde dijitalleşme, otomasyon, yapay zekâ ve IoT gibi teknolojilerin benimsenmesi, yenilenebilir enerjiye geçiş, geri dönüştürülmüş veya biyobazlı hammaddelerin kullanımı, üretim süreçlerinin döngüsel ekonomi ilkeleriyle uyumlaştırılması ve uluslararası standartlara sahip olunması sürdürülebilir dönüşümün önemli unsurları olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda işçi haklarının korunması, sağlıklı çalışma koşullarının sağlanması ve paydaşların süreçlere dâhil edilmesi sosyal sürdürülebilirliğin vazgeçilmez unsurları olarak nitelendirilmiştir. Tüketicilerin bilinçlendirilmesi, çevre dostu ürünlerin tercih edilmesi ve sürdürülebilir hikâyelerle desteklenen pazarlama uygulamaları da bu sürecin önemli tamamlayıcıları olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, halı sektöründe sürdürülebilirliğe geçiş, yalnızca çevresel yükleri azaltmakla kalmayıp aynı zamanda sektörün uzun vadeli ekonomik dayanıklılığını, toplumsal güveni ve uluslararası pazarlardaki konumunu da güçlendirecektir. Sürdürülebilir üretim, enerji ve teknoloji yönetimi, politika ve yönetim, pazarlama ve tüketici davranışları, sosyal boyutlar ve sertifikasyon süreçlerinin birlikte ele alınması, sektörün geleceğe uyum sağlayarak yeşil dönüşüm hedeflerine ulaşmasında stratejik bir yol haritası sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Acar, E., Kılıç, M., & Güner, M. (2015). Çok kriterli karar verme metodu kullanılarak tekstil endüstrisinde sürdürülebilirlik performansı ölçümü. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 25(1), 3–9. https://www.inditex.com/documents/10279/18789/Annual_report_2012.pdf
- Amini, M., & Bienstock, C. C. (2014). Corporate sustainability: An integrative definition and framework to evaluate corporate practice and guide academic research. *Journal of Cleaner Production*, 76, 12–19. doi:10.1016/j.jclepro.2014.02.016
- Avlonas, N., & Nassos, G. P. (2014). *Practical sustainability strategies: How to gain a competitive advantage*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Barker, T. J. (2011). Strategic planning for sustainability. *Industrial Management*, (September/October), 16–20.
- Burns, L. D., & Carver, J. (2021). *Stories of fashion, textiles, and place: Evolving sustainable supply chains*. New York, NY: Bloomsbury Visual Arts.
- Carrier, J. (2009). Connecting the pieces—Carpet industry sustainability and stewardship. *Journal of Green Building*, 4(2), 54–72. doi:10.3992/jgb.4.2.54
- Chen, X., Memon, H. A., Wang, Y., Marriam, I., & Tebyetekerwa, M. (2021). Circular economy and sustainability of the clothing and textile industry. *Materials Circular Economy*, 3, 12. doi:10.1007/s42824-021-00026-2
- Cuc, S., & Vidovic, M. (2011). Environmental sustainability through clothing recycling. *Operations and Supply Chain Management*, 4(2/3), 108–115.
- Desore, A., & Narula, S. A. (2017). An overview on corporate response towards sustainability issues in textile industry. *Environment, Development and Sustainability*, 20, 1439–1459. doi:10.1007/s10668-017-9949-1
- European Commission. (2019). *The European Green Deal*. Brussels: European Commission.
- European Commission. (2022). *EU strategy for sustainable and circular textiles: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. Brussels: European Commission.
- Fahmy, A. E., Mohammed, M. A., Ahmed, E. A., & Hassabo, A. G. (2025). Recycling and sustainability innovations in the textile industry. *Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science*, 22(Special Issue), 45–52. doi:10.21608/jt-cps.2024.259259.1300
- Fortune Business Insights. (2024, January). *Carpets and rugs market size, share & COVID-19 impact analysis, by material (nylon, polyester, polypropylene, and others), by type (tufted, woven, and others), by application (residential, non-residential, and transport), and regional forecast, 2025–2032*. <https://www.fortunebusinessinsights.com/carpet-rugs-market-104509>

- Gamage, N., Gunasekara, C., Law, D. W., Houshyar, S., Setunge, S., & Cwirzen, A. (2024). Enhancement of concrete performance and sustainability through incorporation of diverse waste carpet fibres. *Construction and Building Materials*, 445, 137921. doi:10.1016/j.conbuildmat.2024.137921
- Gbolarumi, F. T., Wong, K. Y., & Olohunde, S. T. (2021). Sustainability assessment in the textile and apparel industry: A review of recent studies. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1051(1), 012099. doi:10.1088/1757-899X/1051/1/012099
- Government of the District of Columbia. (2023, December). *Environmental specification guidance for carpet*. Washington, DC: Office of Contracting and Procurement. <https://ocp.dc.gov/page/sustainable-purchasing-program>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (1992). *Climate change: The 1990 and 1992 IPCC assessments*. Geneva: WMO.
- İklim Kanunu. (2025). *Kanun No. 7552*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/07/20250709-1.html>
- Jain, R., & Winner, L. H. (2016). CSR and sustainability reporting practices of top companies in India. *Corporate Communications: An International Journal*, 21(1), 36–55. doi:10.1108/CCIJ-09-2014-0061
- Kanashayev, D., Yessirkepova, A., Baineyeva, P., Alzhanova, A., & Tursyn, A. (2025). Organisational-economic mechanism for increasing the innovative activity of carpet industry enterprises in the digitalisation of technological processes. *World Development Perspectives*, 37, 100654. doi:10.1016/j.wdp.2024.100654
- Keeble, B. R. (1988). The Brundtland report: 'Our common future'. *Medicine and War*, 4(1), 17–25.
- Kır, A., Ozturk, E., Yetis, U., & Kitis, M. (2024). Resource utilization in the sub-sectors of the textile industry: Opportunities for sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, 31, 25312–25328. doi:10.1007/s11356-024-32768-2
- Kumar, V., Kumar, P., & Mishra, K. (2020). Managing sustainable development of Indian carpet industry. *Journal of Seybold Report*, 15(8), 1193–1201.
- Luján-Ornelas, C., Güereca, L. P., Franco-García, M.-L., & Heldeweg, M. (2020). A life cycle thinking approach to analyse sustainability in the textile industry: A literature review. *Sustainability*, 12(23), 10193. doi:10.3390/su122310193
- Luqmani, A., Leach, M., & Jesson, D. (2017). Factors behind sustainable business innovation: The case of a global carpet manufacturing company. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 24, 94–105. doi:10.1016/j.eist.2016.10.007
- Luthin, A., Crawford, R. H., & Traverso, M. (2024). Assessing the circularity and sustainability of circular carpets—A demonstration of circular life cycle sustainability assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 29, 1945–1964. doi:10.1007/s11367-024-02359-x

- Lyu, Y., Liu, Y., Guo, Y., Tian, J., & Chen, L. (2021). Managing water sustainability in textile industry through adaptive multiple stakeholder collaboration. *Water Research*, 205, 117655. doi:10.1016/j.watres.2021.117655
- Mordor Intelligence. (2024). *Turkey carpet and rugs market size & share analysis – Growth trends & forecasts (2024–2029)*. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/turkey-carpet-and-rugs-market>
- Muñoz-Torres, M. J., Fernández-Izquierdo, M. Á., Ferrero-Ferrero, I., Escrig-Olmedo, E., & Rivera-Lirio, J. M. (2023). Social life cycle analysis of textile industry impacts for greater social sustainability of global supply chains. *Systems*, 11(1), 8. doi:10.3390/systems11010008
- Na, Y., & Na, D. K. (2015). Investigating the sustainability of the Korean textile and fashion industry. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 27(1), 23–33. doi:10.1108/IJCST-08-2013-0085
- NSF International. (2008). *NSF/ANSI 140 – Sustainable carpet assessment standard*. Ann Arbor, MI: NSF International. <https://www.nsf.org>
- Parvaresh, F., & Amini, M. H. (2024). Application of circular economy for sustainable waste management in the carpet industry. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 13(2), 188–206. doi:10.22105/riej.2024.426147.1405
- Plakantonaki, S., Kiskira, K., Zacharopoulos, N., Chronis, I., Coelho, F., Togiani, A., Kalkanis, K., & Priniotakis, G. (2023). A review of sustainability standards and ecolabeling in the textile industry. *Sustainability*, 15(15), 11589. doi:10.3390/su151511589
- Raian, S., Ali, S. M., Sarker, M. R., Sankaranarayanan, B., Kabir, G., Paul, S. K., & Chakraborty, R. K. (2022). Assessing sustainability risks in the supply chain of the textile industry under uncertainty. *Resources, Conservation & Recycling*, 177, 105975. doi:10.1016/j.resconrec.2021.105975
- Ramírez-Escamilla, H. G., Martínez-Rodríguez, M. C., Padilla-Rivera, A., Domínguez-Solís, D., & Campos-Villegas, L. E. (2024). Advancing toward sustainability: A systematic review of circular economy strategies in the textile industry. *Recycling*, 9(5), 95. doi:10.3390/recycling9050095
- Roy, M., Sen, P., & Pal, P. (2020). An integrated green management model to improve environmental performance of textile industry towards sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122656. doi:10.1016/j.jclepro.2020.122656
- Schmidpeter, R. (2013). Social innovation: A new concept for a sustainable future. In T. Osburg & R. Schmidpeter (Eds.), *Social innovation: Solutions for a sustainable future* (pp. 1–9). Berlin, Germany: Springer. doi:10.1007/978-3-642-36540-9_1
- Sohn, L. B. (1973). Stockholm declaration on the human environment, the. *Harvard International Law Journal*, 14, 423.
- Spinelli, M. P., Lagioia, G., Bux, C., & Amicarelli, V. (2023). Measuring textile (un)sustainability to raise purchasing choices awareness: Theoretical background. In S. S. Muthu (Ed.), *Consumer awareness and textile sustainability* (pp. 1–14). Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-031-43879-0_1

- Stubbs, W., & Cocklin, C. (2008). An ecological modernist interpretation of sustainability: The case of Interface Inc. *Business Strategy and the Environment*, 17(8), 512–523. doi:10.1002/bse.544
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (1992). *The Rio Conventions*. Geneva: UNFCCC. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-rio-conventions>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (1997). *Kyoto Protocol*. Geneva: UNFCCC. https://unfccc.int/kyoto_protocol
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). *The Paris Agreement*. Geneva: UNFCCC. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- United Nations Treaty Collection. (2015). *Paris Agreement*. https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en
- United Nations. (1992). *Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Volume I: Resolutions adopted by the Conference (3–14 June 1992, Rio de Janeiro)*. New York, NY: United Nations.
- Warwas, I., Podgórnjak-Krzykacz, A., Przywojska, J., & Kozar, Ł. (2021). Going green and socially responsible – Textile industry in transition to sustainability and a circular economy. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 29(3), 8–18. doi:10.5604/01.3001.0014.7782
- Zamcopé, F. C., Ensslin, L., & Ensslin, S. R. (2012). Construção de um modelo para avaliação da sustentabilidade corporativa: Um estudo de caso na indústria têxtil. *Gestão & Produção*, 19(2), 303–321. doi:10.1590/S0104-530X2012000200011