

# MİKRODALGA ENERJİSİNİN REAKTİF BASKILI PAMUKLU KUMAŞLARIN FİKSAJINDA KULLANILABİLİRLİĞİ

## THE USE OF MICROWAVE ENERGY FOR THE FIXATING OF REACTIVE PRINTED COTTON FABRICS

Arzu ÖZERDEM

Ege Ü. Emel Akın Meslek Yüksekokulu  
e-mail: arzu.ozerdem@ege.edu.tr

Işık TARAKÇIOĞLU

Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Arif ÖZGÜNEY

Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Diğer endüstri dallarında olduğu gibi tekstil endüstrisinde de kullanılan kimyasalların, tüketilen suyun ve enerjinin oluşturduğu atıklar çevre kirliliğinin artmasında büyük bir rol oynamaktadır. Kimyasal ve enerji tüketiminde tasarruf imkanlarının değerlendirilmesi maliyetler ve çevresel konular açısından büyük öneme sahiptir. Bu amaçla çalışmada reaktif baskıların fiksajında mikrodalga enerjisinin uygulanması incelenmiştir. Baskı sonrasında kurutma işlemi olmaksızın, yalnızca mikrodalga enerjisi ile fiksajın mümkün olduğu belirlenmiştir. Küçük ve orta moleküllü (kırmızı ve mavi renkli) boyarmaddelerle yapılan baskılarda, mikrodalga ile fiksajın klasik fiksaj yöntemlerine göre daha iyi renk verimleri sağladığı tespit edilmiştir. Ancak büyük moleküllü boyarmaddelerde (turkuaz renkli) tek başına mikrodalga enerjisinin uygulanması renk verimlerinin klasik fiksaj yöntemlerine göre daha düşük çıkmasına sebep olmuştur. Çalışmada baskı patındaki üre içeriğinin de mikrodalga ile fiksaja etkisi incelenmiş ve boyarmaddenin özelliklerine bağlı olarak üre kullanılmadan dahi yeterli renk verimlerine ulaşılabildiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Tekstil baskıcılığı, Mikrodalga enerjisi, Reaktif boyarmaddeler, Üre, Fiksaj.

### ABSTRACT

The wastes which are formed by the consumption of chemicals, water and energy, play an important role on the increase of environment pollution in textile industry, like other industries. Assessment of chemical and energy saving potentials are of great importance in terms of costs and environmental issues. On this account In this study, application of microwave energy for the fixation of reactive printings was investigated. It was determined that, the fixation of the samples could be obtained with only microwave energy without a drying process. Higher color yields were ensured with microwave fixation compared with conventional methods for the small and medium molecular sized (red and blue) reactive dyestuffs. On the other hand lower color yields were occurred at microwave fixation process, for the dyestuffs with big molecular sizes (turquoise), compared with conventional methods. The effects of the concentration of urea in the printing paste were also investigated and it was shown that adequate color yields could be obtained without using urea depending on the dyestuff properties.

**Key Words:** Textile printing, Microwave energy, Reactive dyestuff, Urea, Fixation.

Received: 29.02.2008

Accepted: 17.07.2008

### 1. GİRİŞ

Selüloz esaslı tekstil materyallerinin baskıcılığında reaktif boyarmaddeler önemli bir yere sahiptir, sadece pigment baskı basit ve uygun maliyetli bir yöntem olduğu için reaktif baskıya üstün gelebilmektedir (1). Reaktif boyarmaddeler arasında monoklortriazin (MCT) yapısındaki boyarmaddeler direkt baskıda önem taşımaktadır. Bu boyarmaddeler baskı patlarında iyi hidroliz stabilitesi ve düşük afinite göstermekte, kolay çalışma imkanı sağlamaktadır. Reaktif boyarmaddelerle tek veya iki fazlı yöntemlere göre

çalışmak mümkündür. Tek fazlı yöntemde alkalinin baştan itibaren baskı patında bulunmasına karşılık iki fazlı yöntemde kumaşa baskı yapıldıktan sonra ayrı bir adımda alkali uygulamasını gerçekleştirilmektedir. Tek fazlı reaktif baskı için vazgeçilmez olan ürenin ana fonksiyonları, reaktif boyarmaddenin uygulaması süresince reaksiyon ortamında boyarmaddenin çözünürlüğünü arttırmak, hidrojen köprü bağları arasına girerek boyarmadde moleküllerinin agregat oluşturmalarını önlemek, pat filminin viskozitesini düşürerek boyarmaddenin liflerin içerisine difüzyonunu hızlandırmak,

kuruma sırasında suyun buharlaşmasını geciktirmek ve pamuk liflerinin şişmesini sağlamak ve bu sayede boyarmadde lif reaksiyonunu kolaylaştırmaktır (2- 5). Boyarmaddenin çözünürlüğüne ve fiksaj yöntemine bağlı olarak baskı patındaki üre miktarı değişebilmektedir. Termofiksaj sırasında ortamda su bulunmadığından boyarmaddenin liflerin içerisine difüzyonu için gerekli ortamı üre sağlamaktadır (6). Bu nedenle buharlama yöntemi uygulandığında düşük miktarda üre kullanılması yeterli iken termofiksajda daha yüksek üre miktarlarına gereksinim duyulmaktadır (7).

Üre kullanılması monoklorotriazin yapısındaki boyarmaddelerin çözünürlüğünü de iyileştirmektedir (8). Ancak hem yüksek miktarda üre kullanılması hem de buharlama yönteminin uygulanması suyun -OH gruplarının boyarmadde ile reaksiyonunu arttırmakta yani hidrolize uğramakta dolayısıyla boyarmadde artık lif ile reaksiyona girememekte ve renk veriminde düşme gözlenmektedir. Reaktif baskıların fiksajında genellikle buharlama yöntemi uygulanmaktadır. Reaktif baskı işleminde son adım yıkama adıdır. Life bağlanmayan, hidroliz olan boyarmadde yıkama işlemiyle uzaklaştırılmaktadır. Boyarmaddenin substantifliği arttıkça baskı sonunda liflere fikse olmamış boyarmadde kısmının yıkamayla uzaklaştırılması zorlaşacağından ve yüksek substantiflik mutlaka boyarmadde verimini arttıracak diye bir kural da olmadığından, basmacılıkta genelde substantifliği düşük difüzyon yeteneği iyi olan boyarmaddeler tercih edilmektedir. Boyarmadde molekül veya iyonları ne kadar büyük bir yapıya sahip olurlarsa, kıvamlaştırıcı pat filminden geçerek liflere difüze olmaları o kadar zor olmaktadır. Aynı şekilde liflere fikse olmayan boyarmaddelerin baskı sonunda yapılan yıkamalar sırasında liflerden dışarıya difüzyonu da zor olduğu için, yıkanmaları da problem oluşturmaktadır (6).

Yüksek frekanslı kurutucular, çalışma frekansına ve bu frekanslardaki alternatif akımın elde edilmiş şekline göre dielektrik ısıtma ve mikrodalga olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (9). Radyo frekans (RF) ve mikrodalga ısıtma (MD); temel prensipler bakımından aynıdır. Sadece uygulanan frekans; elektrik alanı ve aplikatör dizaynları farklıdır. Radyo frekansı, 1 MHz-100 MHz, mikrodalgalar ise 30 MHz-30.000 MHz arasında yer almaktadır (10). Haberleşmede karışıklığa neden olmamak amacıyla her ülkede belli frekans bandlarına izin verilmektedir. Endüstriyel, tıbbi, ve bilimsel uygulamalar için, farklı frekanslarda RF ve MD bantları tasarlanmıştır. RF bölgesinde endüstriyel frekanslar 13.56, 27.12 ve 40.68 MHz olup MD için ise aralık 910- 2850 MHz'dir (11). Diğer frekanslar telekomünikasyon, radar vb. için ayrılmıştır. 2450 MHz radyasyon (ışınım) başlıca ev tipi fırınlarda ve diğer düşük güçlü ısıtma sistemleri gibi uygulamalarda kullanılırken, yüksek güçlü ısıtma teçhizatları 900 MHz frekansta daha rahat çalışabilmektedir (12). RF dalgasının genişliği (dalga boyu) 36 feet, mikrodalgaların 0,4 feet'tir. Radyo frekans dalgaları uzun dalga boylarına sahip olduklarından,

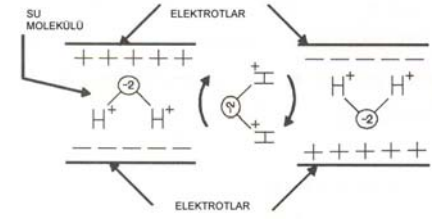
mikrodalgalara kıyasla daha büyük maddelere nüfuz edebilmektedir (11).

Mikrodalgalar esasen yüksek frekanslı radyo dalgalarıdır. Çok geniş bir frekans spektrumuna sahip mikrodalgalar, XX. yüzyılın başından itibaren önemli bilimsel ve teknolojik gelişmeler göstermiş, daha çok telekomünikasyon alanında kullanımları amaçlanmış ve bu alanda çok önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. XX. yüzyılın ikinci yarısından itibaren mikrodalgaların telekomünikasyon uygulamaları dışında endüstriyel işlemlerde de kullanılabileceği ortaya çıkmış ve bu uygulamalar gidecek artmıştır (13).

Mikrodalga kurutucunun temel elemanı bir aplikatördür. Aplikatörde beslenen elektromanyetik enerji, kurutulacak materyal tarafından absorbe edilmektedir. Magnetron veya klistron tarafından üretilen güç, dikdörtgen biçiminde metal tüp ile aplikatöre transfer edilmektedir. Pratikte çok modlu (multi-mode) fırın aplikatörler, tek-modlu (single-mode) titreşimli boşluklar ve hareketli dalga aplikatörleri olmak üzere üç tip aplikatör bulunmaktadır. Çok modlu fırın, bir metal kamaradan ibarettir ve kurutulacak mamul kamaranın içerisindeyken dalga kılavuzu ya da anten yardımıyla alınan mikrodalgalarla işleme tabi tutulmaktadır. Elektromanyetik dalgalar kamara duvarlarına çarpmakta ve yansıtılmaktadır (14).

Yüksek frekanslı kurutmanın esası, kurutulacak mamulün yüksek frekanslı alternatif akıma bağlı iki kondansatör levhası arasından geçirilmesine dayanmaktadır. Su molekülü kovalent bağlarla birbirine bağlanan iki hidrojen ve bir oksijen atomundan ibarettir. Su molekülündeki oksijen – hidrojen bağları  $105^\circ$ lik bir açıda bulunmaktadır. Oksijen hidrojene nazaran daha elektronegatif olduğundan bağlar polar olup elektronlar molekül etrafında eşit dağılmamış ve oksijen çekirdeği etrafında daha fazla kümelenmiştir. Bunun sonucu olarak molekül sürekli dipol moment özelliği kazanmaktadır (15). Su molekülleri dipol oluşturduklarından, kondansatör levhalarının + ve - yüklü oluşuna göre belirli bir yerleşme şekli almak istemektedir. Fakat yüksek frekanslı alternatif akım kullanıldığından, kondansatör levhalarının yükü devamlı olarak değişmekte buna bağlı olarak da su moleküllerinin yerleşme şekli de devamlı olarak değişim göstermektedir. Saniyede milyonlarca kere tekrarlanan bu değişim sırasında moleküllerin sürtünmesi sonucu açığa çıkan ısı, suyun buharlaşmasını sağlamaktadır (16,17) (Şekil 1).

Dipolar olmayan (yüklenmeyen) materyaller; elektriksel alan asimetric molekülleri etkilemediği için ısınmamaktadır (18).



Şekil 1. Su moleküllerinin alternatif elektrik alanında hareketleri (3)

Mikrodalga teknolojisinin tekstil terbiyesinde kullanımı ile ilgili uygulamalar ve araştırma geliştirme çalışmaları ısıtma, kurutma, kondenzasyon, boyama ve baskıda fiksaj ile yünlü kumaşların dezenfektasyonu gibi alanları kapsamaktadır (19). Mikrodalga kullanımını reaktif boyarmaddelerin kullanıldığı boyama sürecine sokan Ciba Geigy firmasına 1966 yılında patent verilmiştir (12, 20). Boyarmadde ve lif arasındaki reaksiyon, sıcaklıktaki artışa bağlı olarak artmıştır. Wolsey Ltd., mikrodalga kurutma içeren bir proses kullanarak tekstil materyallerinin sürekli boyanması için 1968 yılında patent almıştır. Belton ve Evans boyama işlemlerini ivmelendirmek için mikrodalga kullanımı üzerine çalışmalar yapmışlardır (12). Literatürde tekstilde ön terbiye ve boyama işlemlerinde mikrodalga enerjisinden yararlanılarak yapılmış çalışmalar yer almaktadır. Reaktif boyarmadde içeren flote ile emdirilmiş pamuklu kumaşların fiksajının mikrodalga ile yapılmaya çalışıldığı (21), International Wool Secretariat tarafından yünün boyanması için soğuk bekletme yönteminin geliştirildiği (12), poliester kumaşların alkalizasyon işlemiyle yüzey modifikasyonunda mikrodalga enerjisinin kullanıldığı (22), çalışmalar bunlardan bazılarıdır. Poliester kumaşın mikrodalga ısıtma ile boyanmasında emdirme flottesinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (23), PES kumaşlar üre ve sodyumklorür içeren sulu çözeltilerle 10 dakika emdirilmiş ve ardından 7 dakika süreyle mikrodalga aparatında boyanmıştır. Mikrodalga ile boyamada, emdirme çözeltisi olarak sodyumklorür ve ürenin sulu çözeltilerinin sudan daha etkili oldukları görülmüştür. Aniş (24) tarafından yapılan çalışmada yüksek frekans teknolojisinin ön terbiye işlemlerinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Baskıcılıkta ise mikrodalganın kullanıldığı çalışmalar yok denecek kadar azdır.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan boyarmaddeler

Boyarmadde	C.I	Reaktif Grup	Reaktivlik	Molekül Büyüklüğü
Procion Red PX- 4B	Reactive Red 3:1	MCT (Monoklortriazin)	Düşük	Küçük
Procion Turquoise PX-GR 150	Reactive Blue 72	MCT	Düşük	Büyük
Cibacron Blue P-6B		MCT	Düşük	Orta
Remazol Red 5B-150	Reactive Red 35	VS (Vinilsülfon)	Orta	Küçük
Remazol Turquoise Blue G-133	Reactive Blue 21	VS	Orta	Büyük

**Tablo 2.** Reaktif baskı patı reçetesi

Baskı patı		
Y (5, 20 )	g	Reaktif Boyarmadde
X (0,50,100)	g	Üre
20	g	Soda (Orta reaktivlikteki boyarmaddelerde sodyumbikarbonat)
10	g	Ludigol
597	g	Sentetik Kıvamlaştırıcı (%6)
Z		Su/pat
1000 g		

## 2. MATERYAL YÖNTEM

Bu çalışmada 137 g/m<sup>2</sup> gramajda % 100 pamuklu, ön terbiyesi yapılmış baskıya hazır optik beyazlatıcı aktarılmamış, çözgü sıklığı 25 tel/cm, atkı sıklığı 24 tel/cm, çözgü numarası 23/1 Ne, atkı numarası 23/1 Ne olan bezayağı dokuma kumaş kullanılmıştır. Tablo 1'de çalışmada kullanılan reaktif boyarmaddelerin özellikleri Tablo 2'de ise uygulanan baskı reçetesi verilmiştir.

### Kullanılan Cihaz ve Makineler:

- Brookfield RVT tipi viskozimetre
- J. Zimmer MDK tipi laboratuvar baskı makinesi
- Mathis marka laboratuvar tipi üniversal buharlayıcı
- Mikrodalga fırın
- Raks marka mini çamaşır makinesi
- X- Rite marka SP 78 model spektrofotometre

Kumaşlar, J. Zimmer MDK laboratuvar tipi baskı makinesinde 8 mm çapındaki rakle ile 4 m/dk hızda 2 preste basılmıştır. Basılan kumaşların klasik yöntemlere göre fikse edilecek olanları; Mathis marka laboratuvar tipi fikse makinesinde 70 °C'de 5 dakika kurutulmuş, daha sonra buharlama (102°C'de 8 dk) ve termofiksaj (150 °C'de 5 dk) yöntemleri uygulanarak fikse edilmiştir. Aynı baskı patıyla basılan kumaşların bir kısmı ise kurutma adımı atlanarak

mikrodalga ile fiksaj işlemine (ön denemelerde baskı, kurutma işlemleri sonrası kumaşlara mikrodalga ve buhar kombinasyonu birlikte uygulanmış, sonuçlar doğrultusunda çalışmanın devamında sadece mikrodalga uygulanmasına karar verilmiştir) tabi tutulmuştur. Mikrodalga ile fiksaj için Arçelik marka MD-581 model, maksimum 1000 watt güç çıkışlı (denemeler 1000 watt'ta yapılmıştır), 90 dakikaya kadar zaman ayarlı mikrodalga fırın kullanılmıştır.

Buharlama, termofiksaj ve mikrodalga ile fikse edilen numuneler, Raks marka çamaşır makinesinde soğuk durulama (10 dakika), kaynar durulama (5 dakika), kaynar durulama (10dakika), sıcak yıkama (5 dakika), soğuk durulama (5 dakika) şeklinde yıkama işlemine tabi tutulmuş ve oda sıcaklığında asarak kurutulmuştur.

Baskılı numunelerin renk verimleri X-Rite marka SP 78 model spektrofotometre ile (D65 gün ışığında 10<sup>0</sup> gözlem açısı altında) ölçülmüştür. Buharlama ve termofiksaj yöntemlerine göre fikse edilen baskılı numunelerin spektrofotometre ile ölçülen renk verimleri referans alınarak, mikrodalga ile fikse edilen numunelerin renk verimleri değerlendirilmiştir. Numunelerin renk ölçümlerinde minimum remisyon dalga boyundaki % Remisyon değerleri esas alınarak K/S değerleri Kubelka Munk denklemi kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$K/S = (1-R)^2 / (2 \cdot R)$$

- R: Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki reflektans değeri
- K: Absorpsiyon katsayısı
- S: Yayılma katsayısı

Deneyler üç tekrarlı yapılmış ve değerlendirme yapılırken tekrarlara ait renk verimi değerlerinin ortalamaları alınmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Baskı işlemi yapılan kumaşlar ön denemelerde kurutma işleminden sonra termofiksaj, buharlama ve buhar+mikrodalga enerjisi kombinasyonuna göre fiksaj işlemine tabi tutulmuştur. Mikrodalga fırının içerisinde bulunan numune kabına gönderilen buharla (mikrodalga fırının yanında bulunan jeneratörde üretilen) mikrodalga enerjisi kombine edilerek yapılan fiksaj sonucu elde edilen renk verimleri, termofiksaj ve buharlama yöntemine göre elde edilen renk verimlerinden daha iyi çıkmış ancak yer yer fikse olmayan kısımlar gözlenmiştir. Isının düzgün dağılımını engelleyen ve bunun sonucu olarak fikse olmayan kısımların ortaya çıkmasına neden olan; buhar iletimini sağlayan sistemden kaynaklı olarak numune kabının döndürülemediğidir. Ortamda yeterli miktarda nemin olmaması ise numunenin kurumasına, fiksaj için yeterli sürenin sağlanamamasına sebep olmaktadır. Numunenin kurumasını önlemek, buharın yoğunlaşma tehlikesini ortadan kaldırmak, fiksaj için gerekli nemi sağlamak amacıyla baskı işleminin ardından kurutma yapılmamasına ve yaş durumundaki baskılı numunenin fiksaj işlemine tabi tutulmasına karar verilmiştir. Bu sayede hem karşılaşılan problemlerin giderilebileceği hem de kurutma adımı atlanarak sürenin kısaltılabileceği düşünülmüştür.

Reaktif boyarmaddelerle pad-batch yöntemine göre yapılan boyamalarda düzgünleştirme amacıyla kullanılan ürenin, mikrodalga ısıtma ile boyamada lifleri şişirici ve boya banyosunun kaynama noktasını yükseltici bir etkide bulunabileceği genel kabul görmektedir. Liflerin, boyarmaddenin, yardımcı maddelerin, çözücünün dipol momentleri, mikrodalga ısıtma ile boyamada önemli birer parametre olarak değerlendirilmektedir. Bu yüzden, ürenin daha yüksek olan dipol momenti (4.07 D) boya banyosunun kaynama noktasını yükseltebilmektedir. Chiao-Cheng ve Reagan ise ürenin suya göre daha yüksek dipol momentine sahip olması nedeniyle üre ilaveli banyolarda boya alımının arttığını göstermiştir (23). Bu

çalışmada da reaktif baskı için vazgeçilmez olan ürenin, boyarmaddenin molekül yapısına ve reaktifliğine bağlı olarak mikrodalga ile fiksaja etkisi incelenmiş sonuçlar grafikler halinde verilmiştir. Aşağıda, grafiklerde yer alan kısaltmaların açıklamaları yer almaktadır.

Buharlama : 102°C'de doymuş buharla 8 dakika buharlama (Baskı-kurutma-buharlama)

Termofiksaj : 150°C'de kuru ısı ile 5 dakika fiksaj (Baskı-kurutma-termofiksaj)

Yaş MD 1 dk : Yaş haldeki baskılı numunenin mikrodalga ile 1 dakika fiksajı (Baskı-MD ile fiksaj)

Yaş MD 2 dk : Yaş haldeki baskılı numunenin mikrodalga

ile 2 dakika fiksajı (Baskı-MD ile fiksaj)

Yaş MD 3 dk : Yaş haldeki baskılı numunenin mikrodalga ile 3 dakika fiksajı (Baskı-MD ile fiksaj)

Yaş MD 4 dk : Yaş haldeki baskılı numunenin mikrodalga ile 4 dakika fiksajı (Baskı-MD ile fiksaj)

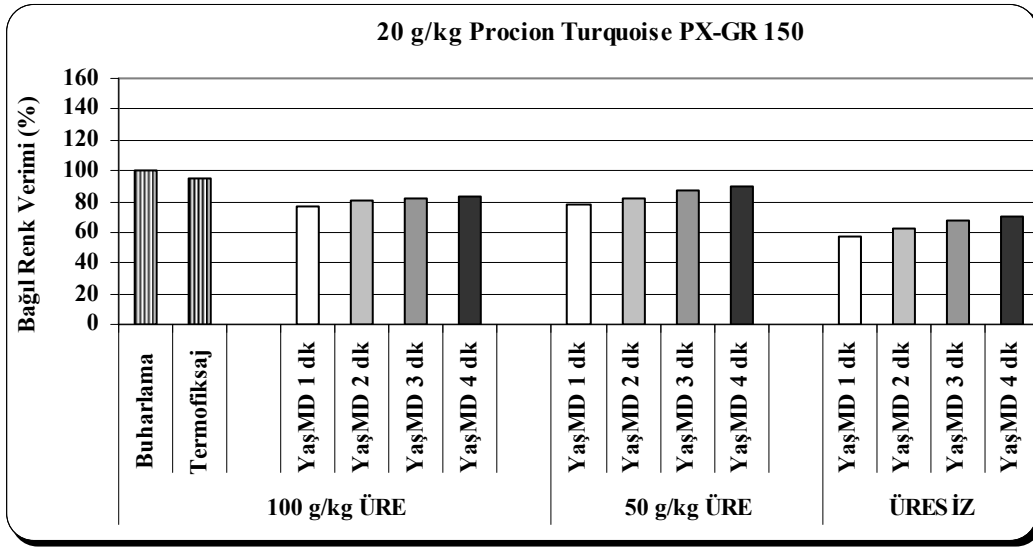
### 3.1. Büyük Moleküllü, Düşük Reaktifliğe Sahip Boyarmadde ile Elde Edilen Sonuçlar

Büyük molekül yapısına sahip turkuaz renkli boyarmadde kullanılarak 100 g/kg üre içeren baskı patıyla çalışıldığında; baskı sonrası (kurutma adımı atlanarak) mikrodalga enerjisi uygulanarak tek adımda hem kurutma hem

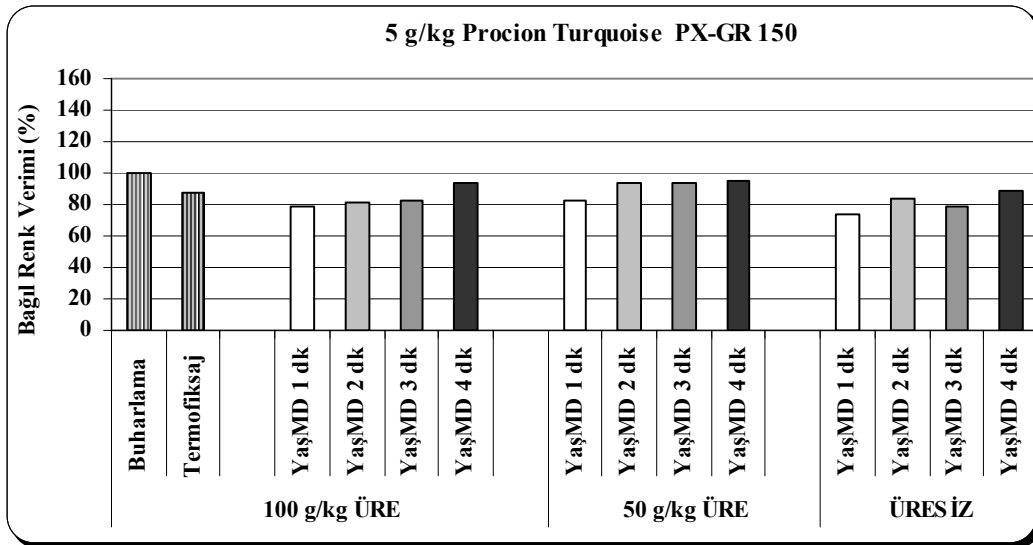
de fiksajın yapıldığı numunelerin renk verimlerinin, referans olarak alınan termofiksaj ve buharlama yöntemlerine göre geride kaldığı görülmektedir (Şekil 2).

Baskı patındaki üre miktarı 50 g/kg' a düşürüldüğünde 4 dakika süresince mikrodalga enerjisine maruz bırakılan numunenin renk verimi, 100 g/kg üreli termofiksaj edilmiş numunenin renk verimine yaklaşmaktadır. Üre kullanmadan yapılan baskıların renk verimlerinin daha iyi olacağı düşünülse de yapılan deneylerin sonuçları renk veriminin daha da düştüğünü göstermektedir (Şekil 2).

Turkuaz boyarmaddeyle 5g/kg koyulukta basılan numunelerde fiksajın olması gereken boyarmadde miktarı azalmakta bunun sonucu olarak da 100 g/kg üre içeriğinde termofiksaj ile sağlanan



Şekil 2. Procion Turquoise PX-GR 150 boyarmaddesi ile 20 g/kg koyulukta yapılan baskılara ait bağıl renk verimleri



Şekil 3. Procion Turquoise PX-GR 150 boyarmaddesi ile 5 g/kg koyulukta yapılan baskılara ait bağıl renk verimleri

renk verimi yakalanmakta hatta biraz geçilmekte ancak buharlama ile sağlanan değerlere ulaşılabilir. 50 g/kg üre kullanılarak basılan numunelerde ise 2 dakikalık fiksaj sürelerinden itibaren (sürenin artırılması önemli bir değişiklik yaratmamaktadır) termofiksaj ile sağlanan renk verimi elde edilebilmekte yine buharlama yöntemine göre fikse edilen numunelerin renk verimlerine ulaşılması mümkün olmamaktadır. Baskı patının hiç üre içermemesi, mikrodalgaya maruz bırakılan baskılı numunelerin renk verimlerinin standart kabul edilen buharlama ve termofiksaj yöntemlerine kıyasla çok daha düşük çıkmasına neden olmaktadır. Renk verimindeki bu düşüş, baskı koyulduğunun 20 g/kg olması durumundaki kadar belirgin değildir.

### 3.2. Orta Molekül Büyüklüğüne, Düşük Reaktifliğe Sahip Boyarmadde ile Elde Edilen Sonuçlar

Monoklortriazin esaslı düşük reaktifliğe sahip Cibacron Blue P-6B boyarmadde ile 20 g/kg koyulukta yapılan baskılarda, mikrodalga enerjisinden yarar-

lanılarak fiksaj işlemi gerçekleştirilen kumaşların renk verimlerinin, standart alınan termofiksaj ve buharlama yöntemlerinin uygulandığı kumaşların renk verimlerinden çok daha yüksek olduğu Şekil 4'de görülebilmektedir. Baskı patının 100 g/kg üre içermesi halinde baskı işlemi ardından 4 dakikalık mikrodalga fiksajıyla yeterli renk verimleri sağlanabilmektedir. Üre miktarının 50 g/kg'a düşürülmesiyle 2 dakikadan itibaren referans değerler geçilmekte 4 dakika da en yüksek değere ulaşılmaktadır. Ürenin mikrodalga enerjisini kuvvetli bir şekilde absorbe ettiği ve böylece örneklerin hızlı bir şekilde kurumaya yol açtığı (21) göz önüne alındığında baskı patındaki üre içeriğinin artırılmasının avantaj oluşturmak yerine hızlı bir şekilde kurumaya sebep olarak fiksaj işleminin sonlanmasına neden olduğu söylenebilmektedir. Donmaz ve Miles tarafından yapılan çalışmada (10), reaktif boyamada üre kullanılması ile fiksaj derecesinde artış beklenirken düşüş gözlenmiştir. Mikrodalga ısıtmasında su daha hızlı buharlaştığında için, boyarmadde ve lif arasındaki reaksiyon için daha az bir zaman kalması fiksajın düşmesinin

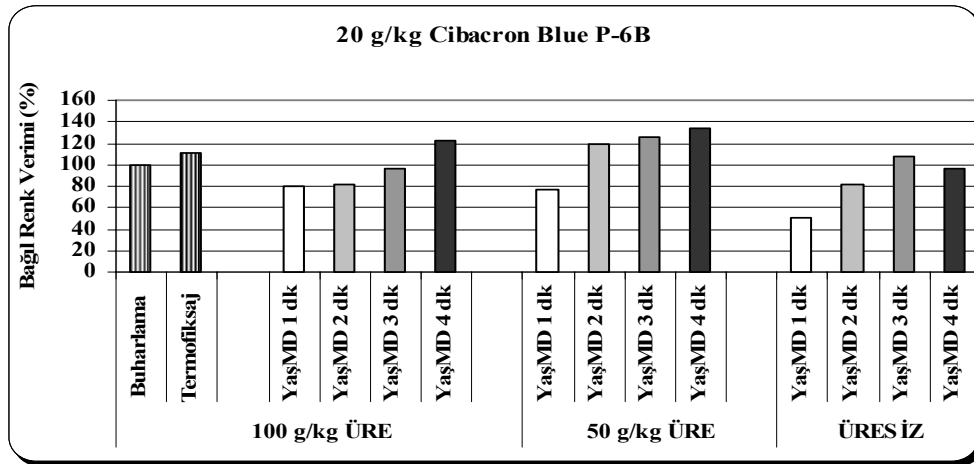
sebebi olarak düşünülmüştür. Boyama flottesinin belirli miktarda üre içermesinin, sadece sistemin sonuç sıcaklığını arttırmakla kalmadığı aynı zamanda bu sıcaklığı ulaşmak için gerekli zamanı düşürmekte olduğu ile açıklanmıştır.

Baskı patının üre içermemesi turkuaz boyarmaddeye kadar olmasa da benzer şekilde renk verimlerinin düşmesine sebep olmaktadır (Şekil 4).

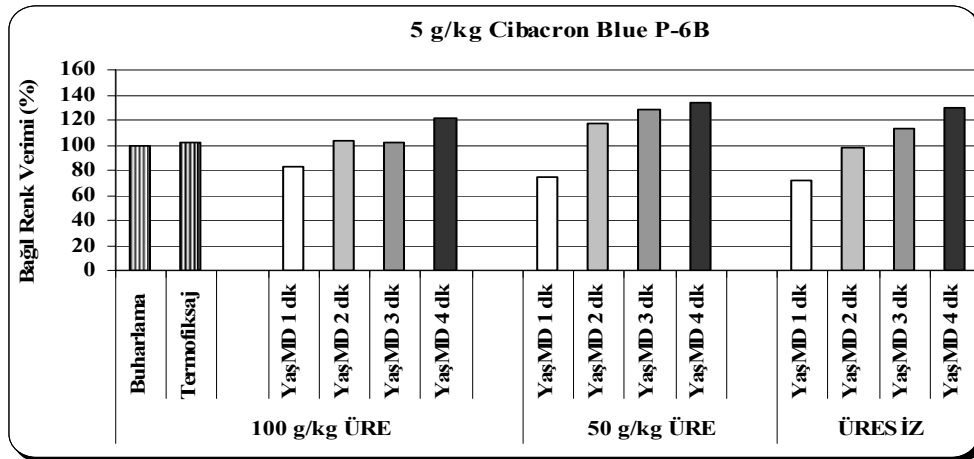
Mavi boyarmadde ile açık tonlarda yapılan baskılarda mikrodalga enerjisi ile fiksaj sonucunda üresiz çalışarak dahi 3 dakika gibi kısa bir sürede standart numunelerin fiksaj verimlerinden daha iyi bir verim sağlamak mümkün olabilmektedir (Şekil 5). 50 g/kg üre miktarında 2 dakikalık sürede mikrodalga varlığında yeterli fiksaj verimi elde edilmekte, 4 dakikada en yüksek değerlere ulaşılmaktadır.

### 3.2. Küçük Molekül Yapısına, Düşük Reaktifliğe Sahip Boyarmadde ile Elde Edilen Sonuçlar

Küçük molekül yapısına sahip Procion Red PX-4B boyarmadde ile 100 g/kg üre kullanılarak yapılan baskıların renk



Şekil 4. Cibacron Blue P-6B boyarmadde ile 20 g/kg koyulukta yapılan baskılara ait bağıl renk verimleri



Şekil 5. Cibacron Blue P-6B boyarmadde ile 5 g/kg koyulukta yapılan baskılara ait bağıl renk verimleri

verimleri değerlendirildiğinde termofiksaj ve buharlama ile elde edilen renk verimleri, mikrodalga ile fiksajda 1 dakikada yakalanmakta, süre uzadıkça değerler aşılmaktadır. 50 g/kg üre ile çalışıldığında mikrodalga ile fiksajda 1 dakikada, 100 g/kg üre ile çalışılmasına kıyasla daha yüksek değerler ölçülmektedir. 2, 3 ve 4 dakikada ise en yüksek renk verimi sağlanmaktadır. Turkuaz ve mavi renkteki boyarmaddelerden farklı olarak; baskı patında hiç üre kullanılmaması, mikrodalga ile fiksajda renk verimi değerlerinin düşmesine neden olmamakta aksine 3 ve 4 dakikalık fiksaj sürelerinde standartlardan daha iyi değerler elde edilmektedir (Şekil 6). Bu durum, kırmızı boyarmaddenin küçük molekül büyüklüğüne sahip olmasına bağlı olarak iyi difüzyon yeteneği sayesinde baskı patında üre olmasa bile mikrodalga

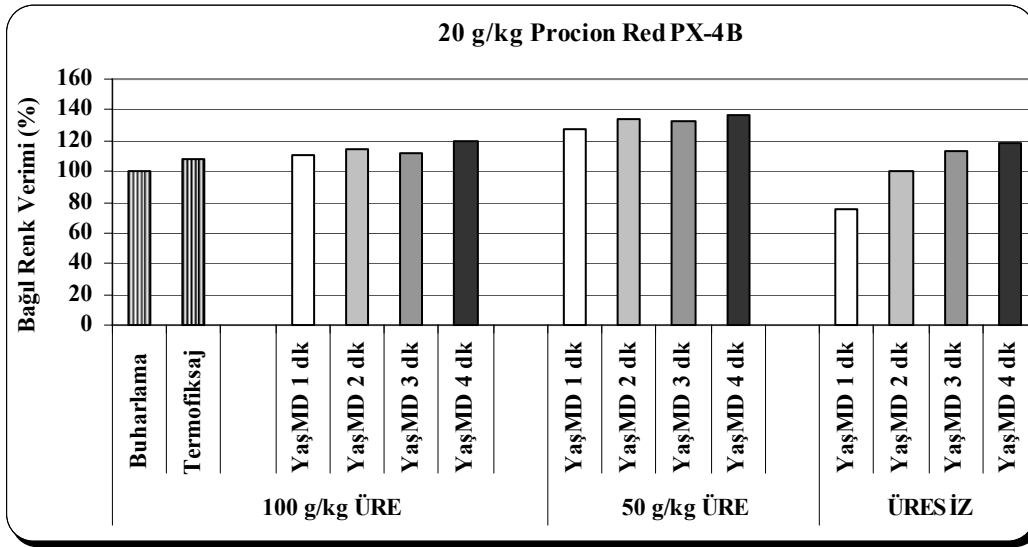
enerjisi ile kısa sürelerde fiksaj işlemini tamamlayabildiklerini göstermektedir.

Şekil 7'den açık tonlarda 100 g/kg üre içeren baskılarda 1 dakika mikrodalga enerjisinin uygulanmasıyla buharlama ve termofiksaj ile elde edilen renk verimlerine ulaşılabileceği görülmektedir. 2 ve 3 dakikalık fiksaj süreleri daha yüksek renk verimi değerleri sağlamaktadır. Baskı patındaki üre miktarının 50 g/kg' a düşürülmesi yine 2 dakikada yeterli bir renk verimine ulaşmayı mümkün kılmakta 3 dakikada en yüksek verim elde edilmektedir. Baskı patına üre ilave edilmediğinde 2 dakikada standart ile aynı verim yakalanmakta, 3 dakikada en yüksek değere ulaşılmaktadır. 0, 50, 100 g/kg üre miktarında daha düşük fiksaj süreleri daha iyi sonuçlar sağlarken 4 dakikalık fiksaj sürelerinde baskıların açık tonda olmasından dolayı bir miktar sararma

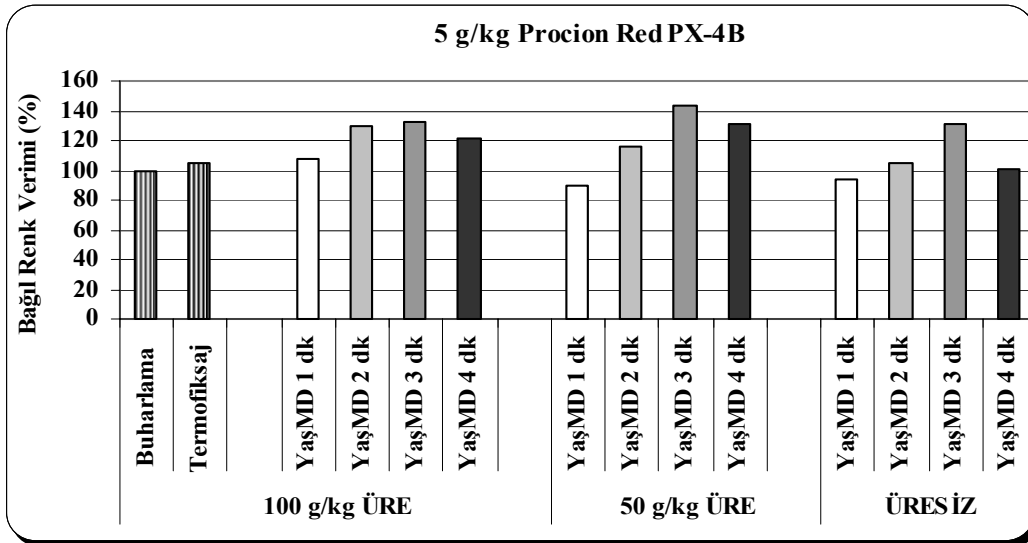
sonucu renk veriminin düştüğü gözle çarpılmaktadır.

### 3.4. Küçük Molekül Büyüklüğüne, Orta Reaktifliğe Sahip Boyarmadde ile Elde Edilen Sonuçlar

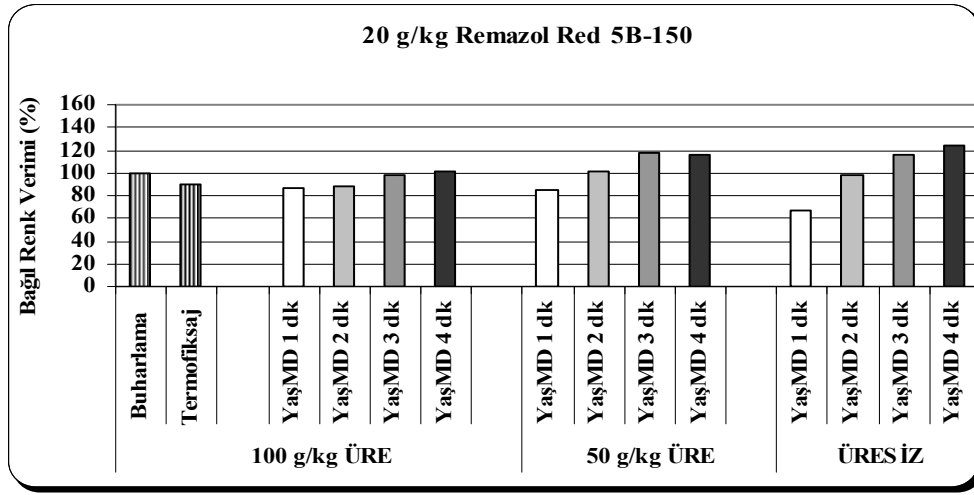
Şekil 8'de orta reaktiflikte vinilsülfon esaslı Remazol Red 5B-150 boyarmaddesi ile 20 g/kg koyulukta yapılan baskılara ait bağıl renk verimleri verilmektedir. 100 g/kg üre içeren baskı patıyla basılan ve mikrodalga enerjisi uygulanan numunenin renk verimi, buharlama yöntemine göre fikse edilen numunenin renk verimini 4 dakikada yakalamaktadır. 1 kg baskı patındaki üre miktarının 50 g' a düşürülmesi, 3 ve 4 dakika süresince uygulanan mikrodalga enerjisi ile fiksajla daha yüksek değerlere ulaşılmasını sağlamaktadır. Baskı patının üre içermemesi durumunda fiksaj süresinin artışına bağlı



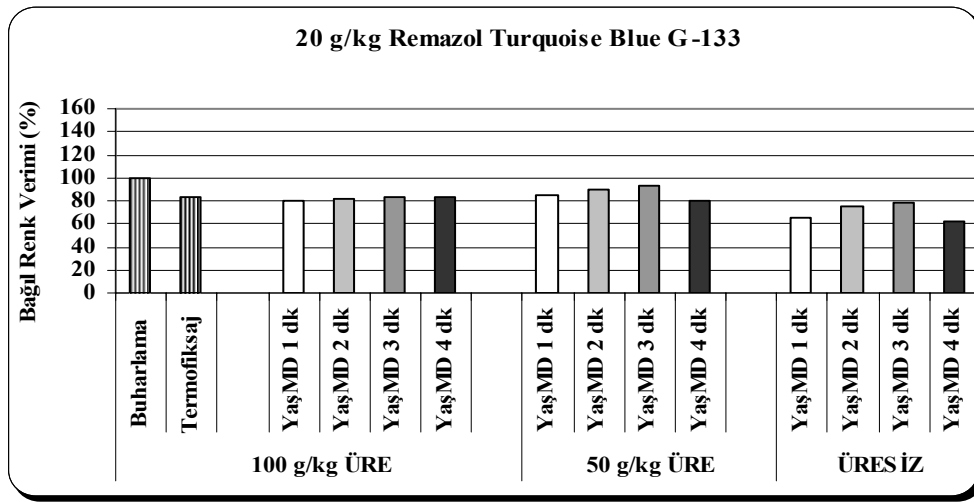
Şekil 6. Procion Red PX-4B boyarmaddesi ile 20 g/kg koyulukta yapılan baskılara ait bağıl renk verimleri



Şekil 7. Procion Red PX-4B boyarmaddesi ile 5 g/kg koyulukta yapılan baskılara ait bağıl renk verimleri



Şekil 8. Remazol Red 5B-150 boyarmaddesi ile 20 g/kg koyulukta yapılan baskılara ait bağlı renk verimleri



Şekil 9. Remazol Turquoise Blue G-133 boyarmaddesi ile 20 g/kg koyulukta yapılan baskılara ait bağlı renk verimleri

olarak renk verimi de artmakta, buharlama ile elde edilen değerler aşılmakta, en iyi değerler 3 ve 4 dakikada alınmaktadır.

### 3.4. Büyük Molekül Büyüklüğüne, Orta Reaktifliğe Sahip Boyarmadde ile Elde Edilen Sonuçlar

Büyük molekül yapısı gösteren Remazol Turquoise Blue G-133 boyarmaddesi ile yapılan deneylere ait sonuçlara göre; mikrodalga enerjisinin uygulanması, buharlama yöntemiyle elde edilen renk verimi değerinden daha yüksek değerler sağlamamaktadır. Ancak gerek 50 gerekse 100 g/kg üre içeren patlarla çalışıldığında ve termofiksaj yöntemi uygulandığında ölçülen renk verimi değerine mikrodalga ile fiksajda 1, 2 dakikada ulaşılabilir. 50 g/kg üre içeren baskı patıyla basılan numunelerde mikrodalga enerjisi uygulanması 2, 3 dakika fiksaj sürelerinde en yüksek renk verimi değerlerini sağlamakta, termofiksaj

ile elde edilen değerler aşılabilmektedir. Baskı patına üre ilave edilmemesi ise Procion Turquoise PX-GR 150 boyarmaddesinde olduğu gibi renk verimlerinin referans değerlerin altında kalmasına sebep olmaktadır.

### 4. SONUÇ

- **Düşük reaktifliğe** sahip monoklorotriazin esaslı boyarmaddelerden büyük molekülü turkuaz (Procion Turquoise PX-GR 150) ile çalışılan baskı prosesinde hem 5 hem de 20 g/kg koyulukta kurutma adımı atlanarak (baskı—MD ile fiksaj) mikrodalga enerjisiyle fiksajları gerçekleştirilen numunelerin renk verimleri, klasik fiksaj yöntemi olan buharlama (baskı-kurutma-buharlama) yöntemine göre 102°C'de 8 dakika fikse edilen numunenin renk verimine yaklaşmakta ancak aşmamaktadır.
- Orta molekül büyüklüğüne sahip mavi boyarmaddede ise (Cibacron

Blue P-6B) her iki koyulukta da mikrodalga ile fiksaj işlemiyle 50 g/kg üre miktarında, referans alınan buharlama ve termofiksaj yöntemlerinde elde edilen renk verimi değerlerinden daha yüksek değerler sağlanabilmektedir.

- Küçük molekül büyüklüğüne sahip Procion Red PX-4B içeren 50 g/kg ve 100 g/kg üreli baskı patlarıyla açık ve koyu tonlarda basılan numunelerin mikrodalga enerjisi ile fiksaj işlemine tabi tutulması, renk verimlerini oldukça iyileştirmektedir. Baskı patında üre kullanılmaması durumunda bile standart fiksaj yöntemlerine benzer renk verimleri elde etmek mümkün olabilmektedir. Bu durum, turkuaz ve mavi boyarmaddelerden farklı olarak kırmızı boyarmaddeden küçük molekül büyüklüğünden dolayı difüzyon yeteneğinin daha iyi olması açıklanabilmektedir.

- **Orta reaktifliğe** sahip vinilsülfon esaslı Remazol Turquoise Blue G-133 boyarmaddesiyle buharlama ile elde edilen renk verimi değerlerinin üzerine çıkmak mikrodalga ile fiksajda mümkün olmamakta ancak termofiksaj ile sağlanan değerler yakalanabilmektedir. Procion Turquoise PX-GR 150 boyarmaddesiyle alınan sonuçlara benzer şekilde 50 g/kg üreli patla çalışılması daha iyi sonuçlar vermekte, buharlamayla elde edilen değerlere yaklaşmaktadır.
- Orta reaktifliğe sahip vinilsülfon esaslı Remazol Red 5B-150 boyarmaddesinde düşük reaktifliğe sahip monoklorotriazin esaslı Procion Red PX-4B boyarmaddesiyle elde edilen sonuçlara paralel olarak, mikrodalga enerjisi ile buharlama yöntemine göre daha yüksek fiksaj verimlerine ulaşmak mümkündür. Küçük molekül

yapısına sahip kırmızı boyarmadde ile yapılan baskılar mikrodalga enerjisi ile fikse edildiğinde baskı patında üre kullanılmaması bile tatmin edici renk değerleri verebilmektedir.

- Düşük ve yüksek reaktifliğe sahip boyarmaddeler birlikte değerlendirildiğinde paralel sonuçlar vermektedirler. Buna göre mikrodalga ile fiksaj işleminde kullanılan üre miktarı ve ulaşılan renk verimi değerleri boyarmaddenin reaktifliğinden çok molekül büyüklüğü ile bağlantılıdır.

Tek fazlı reaktif baskılarda sadece mikrodalga enerjisi ile yapılan fiksaj işlemi; gerek baskı işleminden sonra yapılan kurutma adımının ortadan kaldırılmasıyla gerekse boyarmaddenin fiksaj süresinin kısaltılmasıyla enerji ve zaman tasarrufu sağlamaktadır. Bunun yanında baskı patındaki üre

miktarı azaltılabilmekte hatta çalışılan boyarmaddenin özelliklerine bağlı olarak üre kullanılmasına gerek bile kalmayabilmektedir. Mikrodalga kurutucuların pahalı elektrik enerjisi ile çalışması ve yatırım maliyetlerinin yüksek olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Buna rağmen ısıtma ve kurutma işlemlerinde klasik metotlardan farklı olarak verilen enerji sadece ürünün ısıtılmasına (ürünün bulunduğu sistemin ısıtılmasına gerek kalmadan) harcadığından enerji tasarrufu sağlayabildiği bilinmektedir. İşlem sürelerinin düşürülebildiği ve kimyasalların azaltılabildiği göz önüne alındığında henüz pratiğe yönelik olmasa da laboratuvar çalışmaları ileride tekstil basmacılığında mikrodalga enerjisinin alternatif bir fiksaj yöntemi olarak uygulanabileceğini göstermektedir.

## KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Yurdakul, A.ve Atav, R., 2006, "Boya Baskı Esasları", E.Ü Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, Bornova/İzmir, s:118.
2. Nahed, S.E.A., Youssef, Y A., Shishtawy, Reda M. El Mousa A.A, 2006, "Urea/alkali-free printing of cotton with reactive dyes", *Coloration Technology*, 122, s:324-328.
3. Miles L.W.C. Textile Printing, Dyers Company Publications Trust, 1981, ISBN 0 901956333
4. Knittel, D., Schollmeyer, E., 1996, "Beitraege zum Reaktivdruck- Substitution von Harnstoff", *Textilveredlung*, Vol.31, s:153-157.
5. Mach, H.R., 1994, "Ökologische Aspekte der zweiphasigen Fixierung von Reaktivdrucken", *Melliand Textilberichte*, s: 295.
6. Tarakçioğlu, I.,1990, "Reaktif Boyarmaddelerle Baskıcılık için Sentetik Kıvamaştırıcılar", *Tekstil ve Makine*, Kasım, s: 92-100.
7. Tarakçioğlu, I., Özgüney, A.T., Özerdem, A., Bilgin, E., 2004, "Effects of Pretreatment Processes on Printing Viscose Fabrics with Reactive Dyestuffs", *Textile Research Journal*, s: 74, 63.
8. Gaehr, F., Lehr, T.,1995, "Reduktion des Harnstoffeinsatzes im Reaktivdruck", *Textilveredlung*, s: 55.
9. Tarakçioğlu, I.,1979, *Tekstil Terbiyesi ve Makinaları*, Cilt I, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, s:102.
10. Donmaz, P., Miles LWC., 1986, "Reaktif Boyaların Mikrodalga Isıtmasıyla Pamuklu Kumaşlar Üzerine Fikse Edilmesi", IV. Uluslararası Tekstil Sempozyumu, Altinyunus, Çeşme, İzmir, s: 595.
11. Cato, M.J, Crabtree, K.K., Flora, D.L., Grady Perry, L., Hodge, G. L., Mock, G. N., 1993, "Handbook of Radio Frequency Drying of Textiles", Nort Carolina State Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies
12. Delaney, M.J., 1972, "Pad-Batch-Microwave Dyeing of Woll", *Textile Chemist and Colourist*, Vol 4, No.5, s: 29-32.
13. Oktay, A., 2005, "RF ve Mikrodalga Enerjisinin Endüstriyel Uygulamaları", 1.RF ve Mikrodalga Ölçüm Ulusal Çalıştayı, Gebze/Kocaeli
14. Strumillo, C., Kurda, T., 1986, *Drying : Principles Applications and Design*, Institute of Chemical Engineering, Switzerland, s: 376-396.
15. Oktay, A.,1988 "Selüloz Su Etkileşmesi Dielektrik Kurutma Uygulaması", *Tekstil & Teknik*, Cilt 8, s: 82.
16. Tarakçioğlu, I., 2000, *Tekstil Terbiyesi ve Makineleri*, Bornova/İZMİR, s:33.
17. Berger, K., 1983, "Hochfrequenztrocknung und ihre Anwendung bei der Textilveredlung", s: 81
18. Holland, J.M., 1986, "Vorteile der Hochfrequenztrocknung von Textilien", *Melliand Textilberichte*, Vol. 2, s:137-140.
19. Kanık, M., 1995, "Yüksek Frekanslı Isıtma Teknolojisi, Tekstil Sanayiindeki Uygulamaları ve Bu Alandaki Son Gelişmeler", *Tekstil&Teknik*, Ocak, s: 64-74.
20. Haggag, K., Hana, H.L., Youssef, B. M., El-Shimy, N.S., 1995, "Dyeing Polyester With Microwave Heating Using Disperse Dyestuffs", *American Dyestuff Reporter*, March, s: 22-36.
21. Haggag, K., 1990, "Fixation of Pad-Dyeings on Cotton Using Microwave Heating", *American Dyestuff Reporter*, August, s:26-30.
22. Elgert, K. F., Hoffmann, C., 1995, "Abschaelen von Polyestergewebe mit Mikrowellenheizung", *Melliand Textilberichte*, Vol.3, s:174-178.
23. Soo Kim, S., Gyung Leem, S., Do Ghim, H., Ho Kim, J., Seok Lyoo, W., 2003, "Microwave Heat Dyeing of Polyester Fabric", *Fibers and Polymers*, Vol. 4, No.4, s: 204 -209 .
24. Anış P., 1994 "Tekstil Ön Terbiyesinde Mikrodalga enerjisinden Faydalanma Olanaklarının Araştırılması", Doktora Tezi, Bursa,

Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "**Hakem Onaylı Araştırma**" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.