

**DENDRİMER TEKNOLOJİSİ
KULLANILARAK PAMUKLU
FONKSİYONEL KUMAŞLARIN ELDESİ
Berkay BARIŞ**

**Yüksek Lisans Tezi
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Rıza ATAV**

2012

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DENDRİMER TEKNOLOJİSİ KULLANILARAK PAMUKLU
FONKSİYONEL KUMAŞLARIN ELDESİ**

Berkay BARIŞ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Rıza ATAV

TEKİRDAĞ-2012

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Rıza ATAV danışmanlığında, Berkay BARIŞ tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Özer GÖKTEPE

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. M. İbrahim BAHTİYARİ

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Rıza ATAV

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına,

Doç. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DENDRİMER TEKNOLOJİSİ KULLANILARAK PAMUKLU FONKSİYONEL KUMAŞLARIN ELDESİ

Berkay BARIŞ

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Rıza ATAV

Günümüzde tekstil terbiyesinde önem kazanmaya başlamış olan bir kavram nano teknolojidir. Tekstil terbiyesinde nano teknolojik ürünler kullanılarak konvansiyonel yöntemlere kıyasla birçok avantajlar sağlanabilmektedir. Bu anlamda henüz tekstil terbiyesinde kullanımı oldukça yeni olan bir nano teknolojik ürün de çok dallı polimerlerdir. Literatürde boyama öncesi liflere dendrimerler ile ön işlem uygulanmasıyla liflerin boyanabilirlik özelliklerinin geliştirilebileceği, ayrıca su ve yağ iticilik bitim işlemlerinde yıkama ve aşınmaya karşı yüksek dayanıma sahip etkiler elde edilebileceği belirtilmektedir. Ancak sözü edilen bu çalışmalar sınırlıdır. Bu nedenle, bu çalışmada literatürdeki eksikliği gidermek için dendrimer teknolojisi kullanılarak pamuklu kumaşlara su-yağ iticilik, aromaterapi ve antimikrobiyal fonksiyonelliklerinin kazandırılması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, konvansiyonel florokarbon bileşikleri yerine florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürünlerin kullanılması durumunda sinerjetik etki oluşması nedeniyle daha ılıman koşullarda (daha düşük konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) başarılı sonuçların alınmasının mümkün olabileceği görülmüştür. Dendrimerlerin kontrollü salınım mekanizması olma özelliklerinden yararlanılarak, aromaterapi özelliğine sahip pamuklu fonksiyonel kumaş da elde edilebileceği görülmüştür. Bunun ötesinde, dendrimer applike edilmiş kumaşlarda su iticilik etkisinin yanında antimikrobiyal özellik de tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Pamuk, dendrimer, florokarbon, su-yağ iticilik, aromaterapi, antimikrobiyal

2012, 84 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

OBTAINING FUNCTIONAL COTTON FABRICS BY USING DENDRIMER TECHNOLOGY

Berkay BARIŞ

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Rıza ATAV

Nano-technology is a concept that has begun to gain importance today in the textile finishing. By using nano-technological products for textile finishing it can be provided a lot of advantages compared to conventional methods. In this sense one of the nano-technological products ,the usage of which is quite new in the textile finishing yet, is multi-branched polymer. In the literature it is stated that dyeability properties of fibers can be improved through the implementation of pretreatment with dendrimers to fibers before dyeing; also in water and oil repellent finishings it can be obtained effects owning high resistance to washing and abrasion. However, the studies that have mentioned are limited. For that reason, in this study so as to fill the deficiency in the literature, by using dendrimer technology it is aimed to provide the functions of water-oil repellent, aromatherapy and antimicrobial for cotton fabrics. As a result of studies, in the case of using fluorocarbon / dendrimer mixture-based products rather than conventional fluorocarbon compounds, it was observed that obtaining successful results in more temperate conditions (lower concentration, fixation temperature and time) because of synergistic effect will be possible. It was understood that by making benefit of dendrimers' being controlled oscillation mechanism, functional cotton fabric with aromatherapy feature will be achieved. Furthermore, in dendrimer applicated fabrics besides the effect of water and oil repellency antimicrobial properties were also determined.

Keywords : Cotton, dendrimer, fluorocarbon, water-oil repellent, aromatherapy, antimicrobial.

2012, 84 pages

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Å	: Angström
g	: Gram
L	: Litre
m	: Metre
N	: Newton
Tg	: Camlaşma noktası

Kısaltmalar

A.B.D.	: Amerika Birleşik Devletleri
DAB	: Diaminobütan
FT-IR	: Fourier Transform Infrared
PAMAM	: Poliamidoamin
PEG	: Polietilenglikol
POPAM	: Polipropilenamin
PPI	: Polipropilenimin

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1 Dendrimerler	3
2.1.1 Dendrimerlerin yapısı	3
2.1.2 Dendrimerlerin elde edilmiş yöntemleri	7
2.1.2.1 Ayrışma metodu	8
2.1.2.2 Birleşme metodu	9
2.1.3 Dendrimer Tipleri.....	11
2.1.3.1 Akiral dendrimerler.....	11
2.1.3.1.1 PAMAM(Poliamidoamin) dendrimer	11
2.1.3.1.2 PPI(Polipropilenimin)/POPAM(Polypropilenamin) dendrimer.....	15
2.1.3.1.3 POMAM dendrimeri.....	18
2.1.3.1.4 Fréchet'in aromatik polieter dendrimer.....	19
2.1.3.1.5 Hiperözlü ve dallı moleküller.....	19
2.1.3.2 Kiral dendrimerler.....	21
2.1.4 Dendritik moleküllerin özel kimyasal reaksiyonları	22
2.1.4.1 Viskozite	22
2.1.4.2 Kimyasal dayanım.....	23
2.1.4.3 Termal özellikler	24
2.1.4.4 Çözünürlük	25
2.2 Pamuk Liflerine Uygulanan Bitim İşlemleri.....	25
2.2.1. Su ve yağ iticilik bitim işlemi.....	26
2.2.2 Güzel koku kazandırma bitim işlemi.....	28
2.2.3 Antimikrobiyal bitim işlemi.....	33
3. MATERYAL VE YÖNTEM	39

3.1 Materyal.....	39
3.1.1 Kumaş.....	39
3.1.2 Su.....	39
3.1.3 Yardımcı maddeler	39
3.1.4 Boyarmaddeler	40
3.1.5 Cihaz ve makineler	40
3.2 Yöntem.....	40
3.2.1 Su ve yağ iticilik özelliğine sahip pamuklu fonksiyonel kumaş eldesine ilişkin denemeler.....	41
3.2.2 Aromaterapi özelliğine sahip pamuklu fonksiyonel kumaş eldesi	42
3.2.3 Antimikrobiyal özelliğe sahip pamuklu fonksiyonel kumaş eldesi	43
3.3 Değerlendirmede Kullanılan Test Yöntemleri.....	44
3.3.1 Su iticilik testi	44
3.3.2 Yağ iticilik testi	45
3.3.3 Yıkama testi	46
3.3.4 Martindale aşındırma testi.....	46
3.3.5 Temas açısı ölçümü	47
3.3.6 FT-IR ölçümleri	47
3.3.7 Renk verimi ve CIEL*a*b* değerlerinin tespiti	48
3.3.8 Koku testi	49
3.3.9 Antimikrobiyalite testi	49
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	51
4.1 Su ve Yağ İticilik Özelliğine Sahip Pamuklu Fonksiyonel Kumaş Eldesine İlişkin Denemelere Ait Sonuçlar	51
4.1.1 Su iticilik testlerine ilişkin sonuçlar	51
4.1.2 Yağ iticilik testlerine ilişkin sonuçlar	62
4.1.3 Martindale aşındırma testi sonucu	67
4.1.4 Temas açısı ölçüm sonucu	68
4.1.5 FT-IR ölçüm sonucu	69
4.1.6 Renk ölçümü sonuçları.....	71
4.2 Aromaterapi Özelliğine Sahip Pamuklu Fonksiyonel Kumaş Eldesine İlişkin Denemelere Ait Sonuçlar.....	73

4.3 Antimikrobiyalik Özelliğine Sahip Pamuklu Fonksiyonel Kumaş Eldesine İlişkin Denemelere Ait Sonuçlar.....	75
5. SONUÇ	76
6. KAYNAKLAR	79
TEŞEKKÜR.....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Newkome'un arborol dendronu.....	3
Şekil 2.2. Dendritik birim.....	4
Şekil 2.3. Jenerasyon oluşumu.....	5
Şekil 2.4. Sıkıca paketlenmiş yapıya sahip dendrimerler.....	6
Şekil 2.5. Hiperdallı polimer.....	6
Şekil 2.6. Dendrimer.....	7
Şekil 2.7. Ahtapot molekül.....	8
Şekil 2.8. Birleşen-ayrılan sentez.....	10
Şekil 2.9. Amonyak özden PAMAM dendrimerin sentezi.....	11
Şekil 2.10. PAMAM dendrimer.....	12
Şekil 2.11. Amonyak ve EDA özlü PAMAM dendrimerlerin moleküler kütlesi.....	13
Şekil 2.12. POPAM/PPI dendrimer.....	16
Şekil 2.13. POPAM/PPI dendrimer sentezi.....	17
Şekil 2.14. Değişen PAMAM ve POPAM birimler ile 1. jenerasyon POMAM dendrimerin sentezi	18
Şekil 2.15. Fréchet'in aromatik polyeter dendrimeri.....	19
Şekil 2.16. Hiperöz tekniği.....	21
Şekil 2.17. Viskozite ve moleküler ağırlık grafiği.....	23
Şekil 2.18. Dendrimere pH etkisi.....	24
Şekil 2.19. Dendrimere tuz etkisi.....	24
Şekil 2.20. Hiperdallı poliesterin TGA ölçümü.....	25
Şekil 2.21. Pürüzsüz katı yüzeyinde uzanan sıvının bir damlasının dengeli konumu	26
Şekil 2.22. Dendritik kutu	32
Şekil 2.23. Misafir molekülleri kapsülleyen dendritik kutu	32

Şekil 2.24. Biyostatik ve biyosidal antimikrobiyal etkinlik.....	34
Şekil 2.25. 2000 yılı itibarı ile Batı Avrupa'da antimikrobiyal tekstil ürünlerinin kullanımı..	35
Şekil 3.1. Amin uç gruplarına sahip PAMAM dendrimerlerinin yapısı.....	43
Şekil 3.2. a. Su iticilik püskürtme deney cihazı b. Püskürtme başlığı.....	45
Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan FT-IR cihazı ve ATR düzeneği.....	47
Şekil 4.1. Florokarbon esaslı ticari ürün ile işlem koşullarının (konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) optimizasyonuna ilişkin su iticilik test sonuçları.....	51
Şekil 4.2. Dendrimer esaslı ticari ürün ile işlem koşullarının (konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) optimizasyonuna ilişkin su iticilik test sonuçları.....	52
Şekil 4.3. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ticari ürün ile işlem koşullarının (konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) optimizasyonuna ilişkin su iticilik test sonuçları..	52
Şekil 4.4. Dendrimerin tekstil yüzeyi üzerinde oryantasyonu.....	53
Şekil 4.5. Florokarbon esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş ütüsüz kumaş numunelerinin 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri.....	55
Şekil 4.6. Dendrimer esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş ütüsüz kumaş numunelerinin 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri	56
Şekil 4.7. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş ütüsüz kumaş numunelerinin 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri.....	57
Şekil 4.8. Florokarbon esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş kumaş numunelerinin arada ütüleme yapılarak 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri.....	59
Şekil 4.9. Dendrimer esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş kumaş numunelerinin arada ütüleme yapılarak 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri	60
Şekil 4.10. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş kumaş numunelerinin arada ütüleme yapılarak 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri	61
Şekil 4.11. Florokarbon esaslı ticari ürün ile işlem koşullarının (konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) optimizasyonuna ilişkin yağ iticilik test sonuçları.....	63
Şekil 4.12. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ticari ürün ile işlem koşullarının (konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) optimizasyonuna ilişkin yağ iticilik test sonuçları	63

Şekil 4.13. Florokarbon ve florkarbon/dendirmer karışımı esaslı ticari ürünler ile 40 g/L konsantrasyonda çeşitli fiksaj koşullarında işlem görmüş ütüsüz kumaş numunelerinin 1-5-10 yıkama sonrası yağ iticilik değerleri.....	65
Şekil 4.14. Florokarbon ve florkarbon/dendirmer karışımı esaslı ticari ürünler ile 40 g/L konsantrasyonda çeşitli fiksaj koşullarında işlem görmüş kumaş numunelerinin arada ütöleme yapılarak 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri.....	66
Şekil 4.15. Aşındırma testi sonucu su iticilik değerlerindeki değişim.....	67
Şekil 4.16. Aşındırma testi sonucu yağ iticilik değerlerindeki değişim.....	67
Şekil 4.17. İşlemsiz kumaşın FT-IR analizi.....	69
Şekil 4.18. Florokarbon esaslı ürünle işlem görmüş kumaşın FT-IR analizi.....	69
Şekil 4.19. Dendrimer esaslı ürünle işlem görmüş kumaşın FT-IR analizi.....	70
Şekil 4.20. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürün ile işlem görmüş kumaşın FT-IR analizi.....	70
Şekil 4.21. Boyalı kumaşlar üzerine uygulanan apre kimyasallarının yol açtığı toplam renk farklılığı	72
Şekil 4.22. Lavanta esansı applike edilmiş numunelerde koku yoğunluğunun zamana bağlı değişimi.....	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. PAMAM dendrimerlerin teorik özellikleri.....	15
Çizelge 2.2. POPAM/PPI dendrimerde jenerasyon sayısı ile parametrelerin değişimi.....	17
Çizelge 3.1. Deneylerde kullanılan kumaşın fiziksel özellikleri.....	39
Çizelge 3.2. Deneylerde kullanılan su ve yağ itici bitim işlemi yardımcı kimyasalları.....	40
Çizelge 3.3. Yağ iticilik testinde kullanılan standart test sıvıları ve yüzey gerilimleri.....	46
Çizelge 3.4. İşlem görmemiş pamuklu kumaşın kızılötesi transmitans pikleri (cm^{-1}).....	48
Çizelge 4.1. Temas açısı ölçüm sonuçları.....	68
Çizelge 4.2. Boyalı kumaşlar üzerine uygulanan apre kimyasallarının renklere olan etkisi...	72
Çizelge 4.3. Antimikrobiyalite testi sonuçları.....	75

1. GİRİŞ

Milattan önceki yıllardan bugüne tekstil üretimi gelişmiş ve yıllar içerisinde gerek materyal, gerek tasarım, gerekse teknolojik anlamda muazzam bir evrim geçirmiştir (Anonim 2008). Tarih boyunca sadece örtünmek (doğal atmosfer şartlarından korunmak) ve süslenmek için giyinmiş olan insanlar, şimdi ise gittikçe artan bir şekilde, giysilerinin kendilerine bazı ek fonksiyonlar da sağlamasını istemektedirler (<http://bursaekonomi.com.tr>, 2011). Çeşitli maddelerin işlevselliğinden yararlanılarak ve genellikle nano teknoloji kullanılarak elde edilen ve tekstile farklı bir bakış açısı getiren bu tekstil ürünlerine “fonksiyonel tekstiller” adı verilmektedir.

Günümüzde tekstil terbiyesinde önem kazanmaya başlamış olan bir kavram nano teknolojidir. Nano kelimesi, Yunanca “cüce” anlamındaki “nanos” tan gelmekte olup, herhangi bir fiziksel büyüklüğün bir milyarda biri anlamındadır. Nanoteknoloji ifadesi ise bu bağlamda “çok küçük maddelerin teknolojisi” anlamına gelmektedir. Nano teknoloji, atomları istenilen şekilde düzenleme şansına sahip olmayı ve her alanda daha dayanıklı, daha hafif ve doğaya daha az zarar vererek (yani daha ekolojik) üretim yapılmasını sağlayacak bir teknolojidir (Özdoğan ve ark. 2006). Tekstil terbiyesinde nano teknolojik ürünler kullanılarak konvansiyonel yöntemlere kıyasla birçok avantajlar sağlanabilmektedir. Bu anlamda henüz daha tekstil terbiyesinde kullanımı oldukça yeni olan bir nano teknolojik ürün de çok dallı polimerlerdir. Çok dallı polimerlerin, düzgün yapıda dallanmış “dendrimerler” ile dallanmanın rastgele olduğu “hiperdallanmış (hyperbranched) polimerler” olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Literatürde boyama öncesi liflere dendrimerler ile ön işlem uygulanmasıyla liflerin boyanabilirlik özelliklerinin geliştirilebileceği, ayrıca su, yağ ve kir iticilik bitim işlemlerinde yıkama ve aşınmaya karşı yüksek dayanıma sahip etkiler elde edilebileceği belirtilmektedir.

Konforlu, estetik, dayanıklı, fonksiyonel ve güvenilir tekstil ürünlerine olan talebin artması, yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesini zorlamaktadır. Doğal lif, yapay lif ve kumaşların özelliklerini geliştirmek için kimyasal bitim işlemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla, tekstil materyalleri su iticilik, yağ iticilik, güç tutuşurluk, antistatiklik ve antimikrobiyalite gibi çeşitli fonksiyonel bitim işlemlerine tabi tutulmaktadır.

Son birkaç yılda, su ve yağ iticilik işlemleri birçok tekstil uygulama alanında önem kazanmıştır. Kumaşlarda su iticilik etkisi konvansiyonel olarak düşük yüzey enerjisine sahip bileşiklerle sağlanmaktadır. Su iticilik konusundaki son yaklaşımlar ise “dendrimer” adı verilen nanopartiküllerin kullanımına dayanmaktadır.

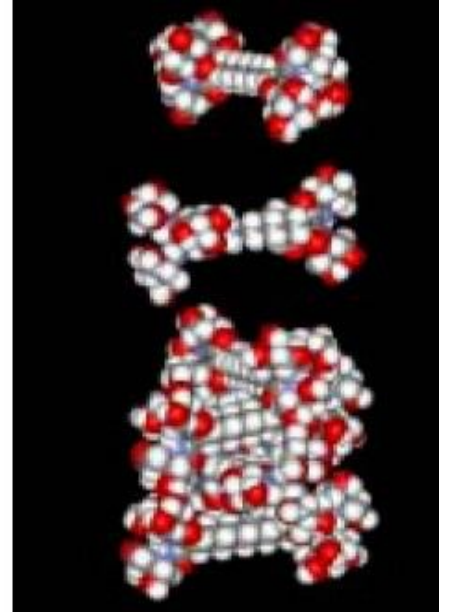
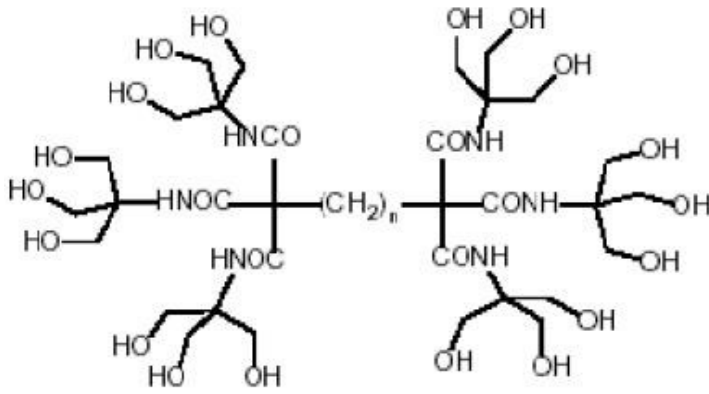
Bu çalışmada dendrimerler kullanılarak pamuklu kumaşlara yıkama ve aşınmaya dayanıklı su ve yağ iticilik fonksiyonelliğinin kazandırılması ve ayrıca dendrimerlerin kontrollü salınım özelliklerinden yararlanılarak, bazı uygulama alanları için önemli olabilen aromaterapi özelliğine ve antimikrobiyal özelliğe sahip kumaşlar elde edilmesi hedeflenmiştir. Özellikle de kumaşlara su ve yağ iticilik özelliği kazandırmada klasik florokarbon bazlı ürünlerin yerine dendrimer bazlı ürünlerin geçip geçemeyeceği ve florokarbon içerisine dendrimer eklenmesi durumunda elde edilen etkinin artıp artmayacağı araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Dendrimerler

2.1.1 Dendrimerlerin yapısı

Dendrimer, Yunanca “dendron” (ağaç) ve “meros” (kısım) kelimelerinden türeyerek ağaç benzeri dallanmış bileşikler ifade etmektedir (Vögtle ve ark. 2009). Dendrimeri Tomalia ve ark. 1980’lerin başlarında keşfetmiştir (Newkome ve ark. 2002). Aynı zamanda Newkome’nin grubu bağımsız olarak benzer makromoleküllerin sentezini yayınlamıştır. Newkome ve ark. Şekil 2.1’de görüldüğü gibi Latince “ağaç” anlamındaki “arbor” kelimesinden türeterek “arborols” demişlerdir. Ardışık molekül (cascade) terimi de kullanılmaktaysa da ancak “dendrimer” en çok yerleşendir (Klajnert ve Bryszewska 2001).

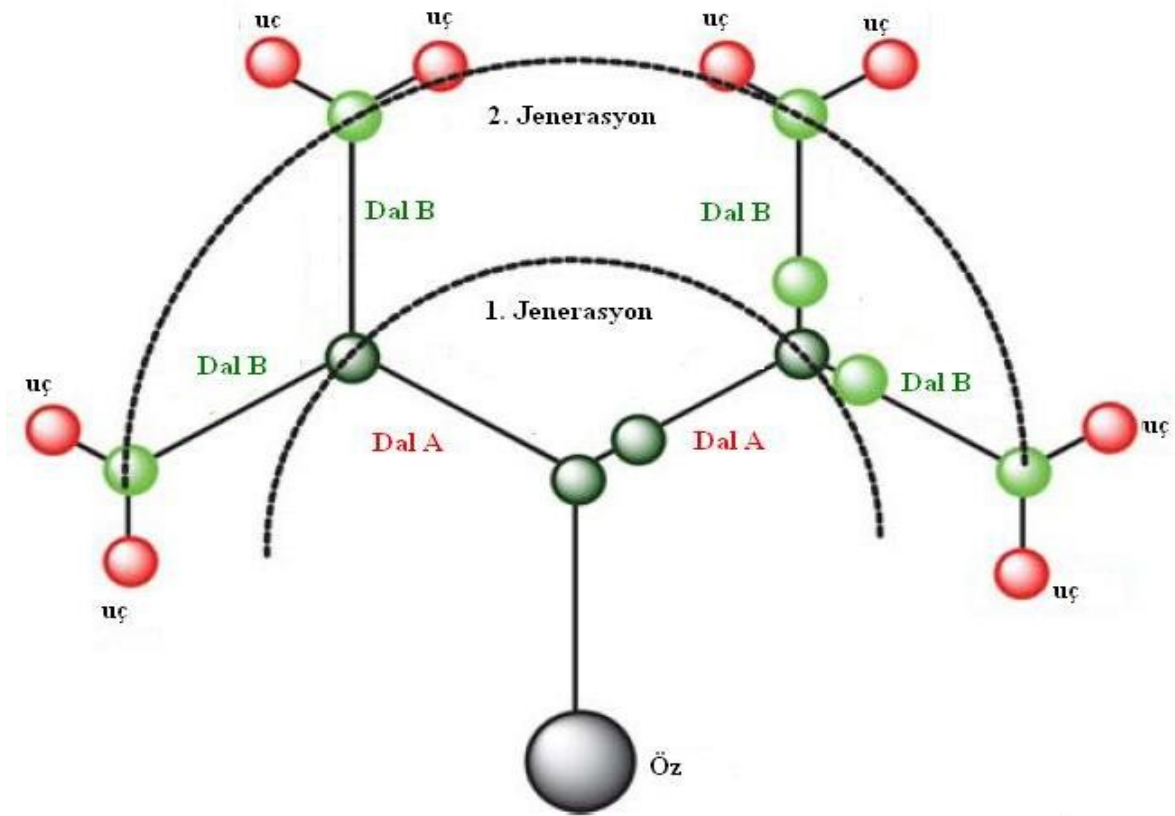


Şekil 2.1. Newkome’un arborol dendronu (Holister ve ark. 2003)

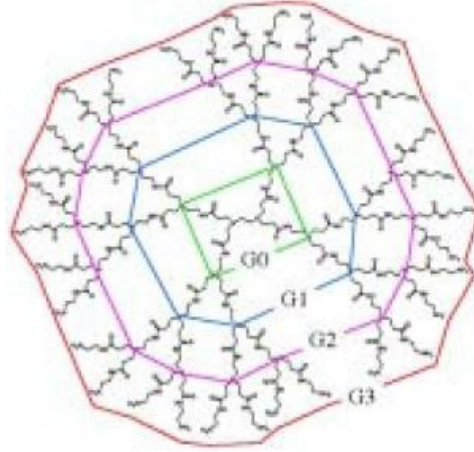
Bir başka tanıma göre nanomateryal bilimi, nanoboyutta katmanlar halinde sentezlenen ve polimerik tekrar üniteleri içeren sentetik makromoleküllere “dendrimer” adını vermektedir (Kocaefe 2007).

Çoklu dallanmış (dendritik) yapılara doğada, fende, sanatta ve günlük yaşamda sıklıkla rastlanmaktadır. Doğal olarak meydana gelmiş dendritik yapılara ağaçların dalları ve kökleri, kan damarları, sinir hücreleri, nehirler, şimşek, mercanlar ve kar taneleri örnek olarak verilebilir (Vögtle ve ark. 2009).

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi her dendrimer bir öz (çekirdek), iç boşluklar, dallanan birimler ve sıkı paketlenmiş yüzey gruplarından meydana gelmektedir. Öz molekül “0. jenerasyon” olarak adlandırılmaktadır. Şekil 2.3’de de belirtildiği gibi tüm dallar boyunca her tekrarlanan birim bir sonraki jenerasyon formudur: “jenerasyon 1”, “jenerasyon 2” ve sonlandırıcı jenerasyona kadar böyle devam etmektedir (Namlıgöz ve ark. 2009).



Şekil 2.2. Dendritik birim (Vögtle ve ark. 2009)

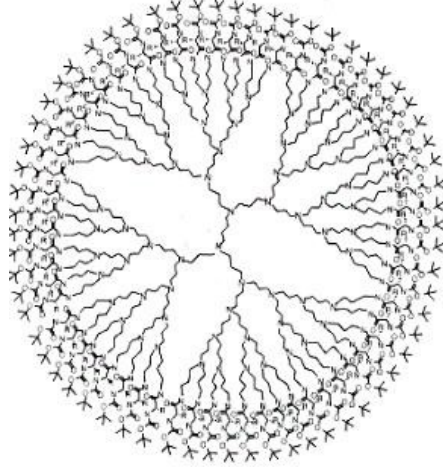


Şekil 2.3. Jenerasyon oluşumu (Holister ve ark. 2003)

Dendrimerler tekrarlanan bir takım kimyasal sentez prosedürleri yolu ile üretilmektedirler. Dendrimerler hem adım adım kontrollü sentezleri nedeniyle moleküler kimya hem de monomerlerden elde edilen tekrarlı yapıları nedeniyle polimer dünyasına dahil olduklarından dendrimerlerde her iki dünyanın analitik tekniklerinden faydalanılmaktadır (Rosace ve ark. 2007).

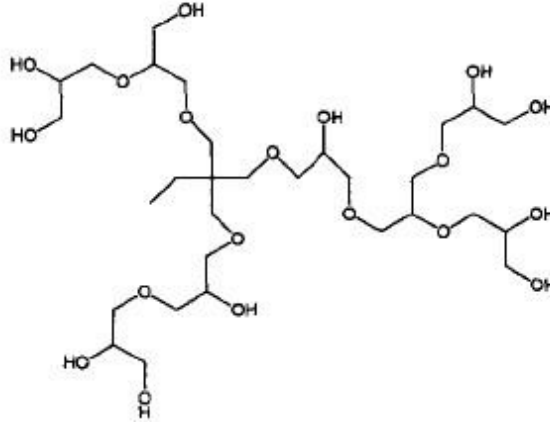
Dendrimer kimyası geleneksel polimer kimyasından ayrı bir birim olarak geliştirilmiş ve dendrimerler çok yönlülükleri nedeniyle önem kazanmışlardır. Lineer polimerlerin aksine dendrimerler yüksek dallanmış, iyi tanımlanmış fraktal benzeri makromoleküller olup üç boyutlu yapı, şekil ve topolojidedirler (Burkinshaw ve ark. 2000).

Yüksek jenerasyonlu dendrimerlerle karşılaştırıldığında düşük jenerasyonlu dendrimerler (0, 1 ve 2) bir hayli asimetrik şekle ve daha açık yapıya sahiptirler. Zincir çekirdek molekülden büyüyerek, küresel yapıda, daha uzun ve daha dallanmış (4 ve üzeri jenerasyonda) dendrimerler oluşturmaktadır. Şekil 2.4'deki gibi dendrimerler çevreden dışa doğru genişleyerek yoğun, sıkı paketlenmiş hal almakta ve kapalı membran yapı oluşturmaktadırlar. Kritik dallanma durumuna ulaşan dendrimer boşluk olmadığından büyümemektedir. Buna "starburst efekt" (yıldız efekti) denilmektedir. Bu etki, örneğin PAMAM dendrimerleri için onuncu jenerasyondan sonra gözlemlenebilmektedir. Onuncu jenerasyondan sonra reaksiyonun hızı aniden düşmekte ve bu nedenle uç grupların daha ileri reaksiyonları meydana gelememektedir (Klajnert ve Bryszewska 2001).

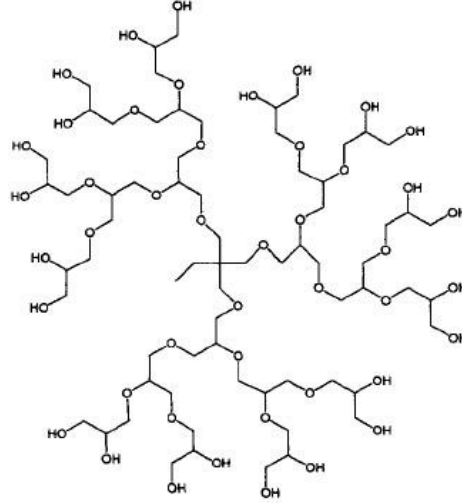


Şekil 2.4. Sıkıca paketlenmiş yapıya sahip dendrimerler (Meijer ve ark. 1995)

Bir dendrimer adım adım kontrollü prosesin verdiği monodispers moleküler ağırlık dağılımından kaynaklanan mükemmel küresel şekliyle karakterize edilmektedir. Şekil 2.5’de gösterilen hiperdallanmış polimerler Şekil 2.6’da gösterilen dendrimerlere benzerler ancak polidispers ve az küresel biçimdedirler (Nair 2008).



Şekil 2.5. Hiperdallı polimer (Newkome ve ark. 2002)

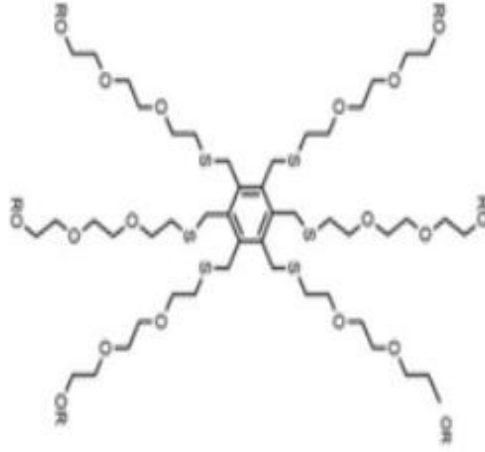


Şekil 2.6. Dendrimer (Newkome ve ark. 2002)

Hiperdallanmış yapılar dendrimerlere benzer yollarla elde edilir ve benzer yapıya sahiptirler ancak yapının şekli tamamen kontrol edilemez (bir bölümdeki tüm moleküller aynı görünmezler: dallar kaybolur, yapıda çok fazla boşluk vardır ve molekülün yüzeyinde daha az aktif kimyasal grup bulunur). Bu “kusurlu” molekülleri üretmek üretim sürecinin optimizasyonunda daha az dikkat gerektirmektedir. Bazı durumlarda hiperdallanmış yapıların üretiminde daha az adım gerekmesi üretim maliyetinin de azalmasını sağlamaktadır (Holister ve ark. 2003).

2.1.2 Dendrimerlerin elde edilmiş yöntemleri

1974 yılında Vögtle ve arkadaşları çok kollu molekülleri, her ne kadar dallanmış yapıda olmasalar da, Şekil 2.7’de gösterildiği gibi “ahtapot moleküller” olarak tanımlamışlardır. Aynı grup 1978 yılında sürekli dallanma sergileyen bileşiklerin ilk somut temsilcisi olarak sentetik “kademeli (cascaded) molekül”lerden bahsetmiştir. Başlangıçta aşılması gereken çeşitli engeller nedeniyle yüksek derecede dallanmış polimerlerin gelişmeleri yıllar boyu yavaş bir şekilde ilerlemiştir (Vögtle ve ark. 2009).



Şekil 2.7. Ahtapot molekül (Vögtle ve ark. 2009)

Dendrimer sentezinde ayrılan sentez ve birleşen sentez olarak iki ana yöntem bulunmaktadır (Froehling 2001).

2.1.2.1 Ayrılan sentez

Ayrılan sentezde dendrimer multifonksiyonel öz molekülden dışa doğru büyümektedir. Öz molekül, bir reaktif ve iki pasif grup içeren monomer moleküllerle reaksiyonu ile birinci jenerasyon dendrimeri vermektedir. Ardından molekülün yeni çevresi daha fazla monomerle reaksiyon için aktifleşmektedir. İşlem birçok jenerasyon için tekrarlanmakta ve dendrimer katman katman inşa edilmektedir. Ayrılan sentez büyük miktarda dendrimerlerin üretiminde başarıyla uygulanmaktadır (Klajnert ve Bryszewska 2001).

Ayrılan sentezin bir avantajı da yüksek moleküler yapıya ulaşılabilmesinin yanı sıra, tekrarlayan adımların otomasyonuna da imkân sağlamasıdır. Ayrılan sentezle elde edilen POPAM (Polipropilenamin) ve PAMAM (Poliamidoamin) dendrimerlerine ticari olarak ulaşılabilmesi nedeniyle tercih edilen metottur (Vögtle ve ark. 2009).

Bu sentetik metodolojinin dezavantajı ise her zaman nicel reaksiyona girmemesinden dolayı fonksiyonel terminal grupların sayısının katlanarak artması ve bu nedenle yapısal bozukluklar ortaya çıkmasıdır (Vögtle ve ark. 2009). Yan reaksiyonları önlemek ve

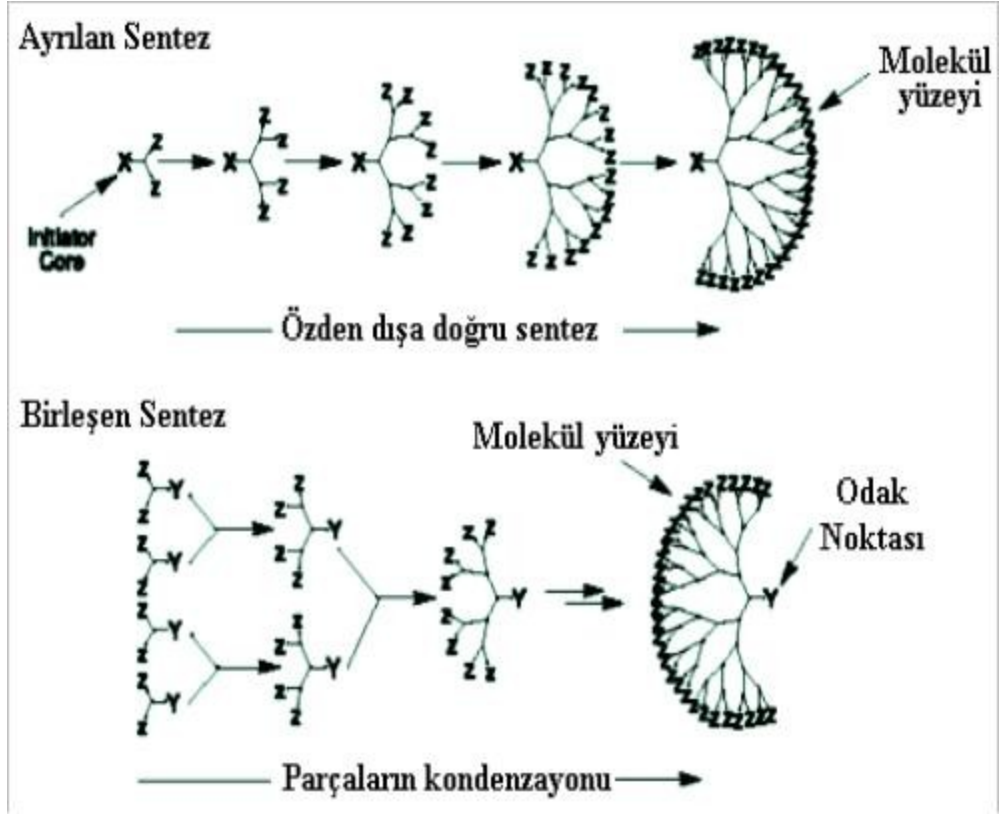
reaksiyonları tamamlanmaya zorlamak için büyük miktarda reaktif bileşene ihtiyaç vardır (Klajnert ve Bryszewska 2001). Bu gibi bozukluklardan fazladan büyük reaktantların ilavesiyle bile her zaman kaçınılamaz. Dahası, hatalı dendrimerlerin ayrılması ve mükemmel olanların saflaştırılması da problemlidir, çünkü bu bileşikler çok benzer özelliklere sahiptirler (Vögtle ve ark. 2009).

2.1.2.2 Birleşen sentez

Birleşen sentez 1988-1989 periyodunda Jean Fréchet ve ark. tarafından ayrışma metodunun zayıflığına karşılık geliştirilmiştir (Klajnert ve Bryszewska 2001, Tomalia ve Fréchet 2002). Birleşme yaklaşımında dendrimer son gruptan başlayarak adım adım inşa edilir ve içe doğru işlenir. Dendron olarak adlandırılan dallanmış polimerik dallar yeterince büyüdüğünde multifonksiyonel öz moleküle eklenirler (Klajnert ve Bryszewska 2001).

Birleşme sentezinin birçok avantajı vardır. Az sayıda reaktif terminal grup içerdiğinden, ayrışma sentezi aşamalarında sık gözlenen yüzeysel bozukluklar (örneğin üst jenerasyondaki eksik dallar) oluşmamaktadır (Vögtle ve ark. 2009).

Birleşme uygulaması, öz molekül ve dendronların reaksiyonları yapısal problemler meydana getirdiğinden yüksek jenerasyon eldesine izin vermemektedir (Klajnert ve Bryszewska 2001). Şekil 2.8'de ayrılan ve birleşen sentezin oluşumu gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Ayrılan ve birleşen sentez (Holister ve ark. 2003)

Birleşen sentez stratejisi, bir öz ile bağlantılı farklı moleküler iskelelerden kurulu, aynı veya farklı dendronların beslendiği parçalı-blok dendrimerler gibi makromoleküler yapıların üretimi için çok uygundur. Multifonksiyonelliği nedeniyle bu tür dendrimer ilgi çekmektedir (Vögtle ve ark. 2009).

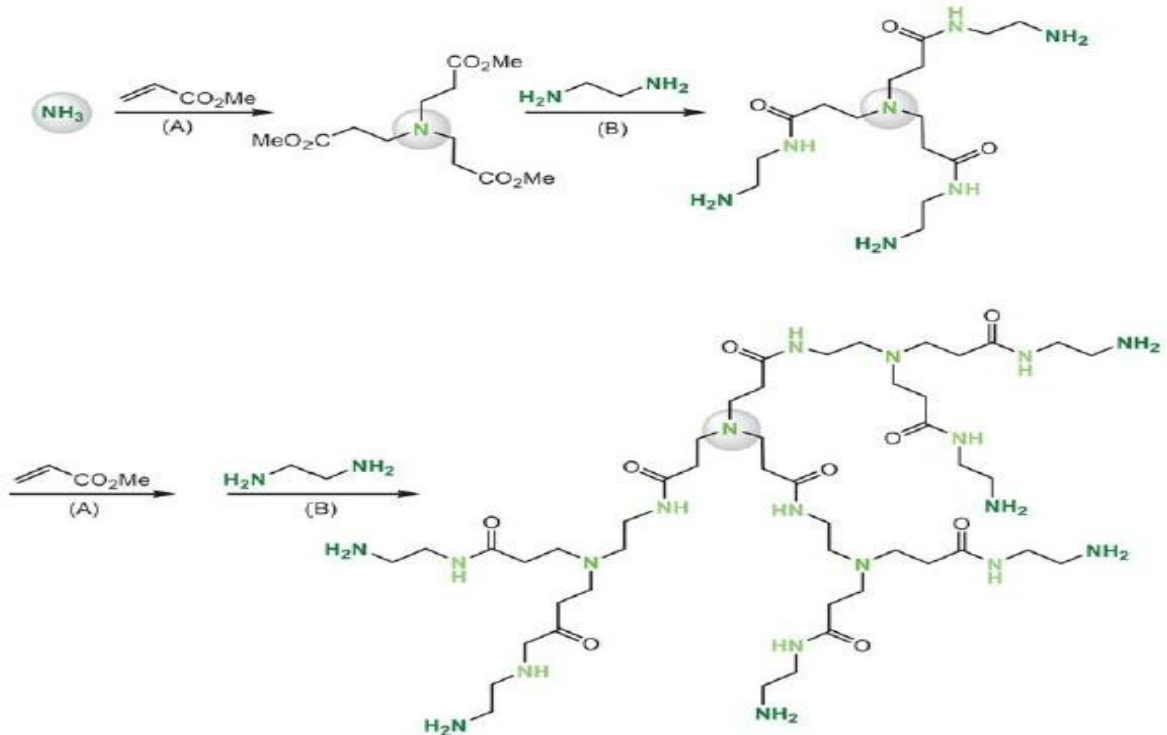
Ayrılan ve birleşen sentez dışında son sentetik metotlar, katı faz sentezi, koordinasyon-kimyasal sentezleri, supramoleküler sentez, hiperdallanmış polimerler, dendronlanan lineer polimerler ve dendro-izomer yöntemleri bulunmakta ancak en çok ayrılan ve birleşen sentez kullanılmaktadır (Vögtle ve ark. 2009).

2.1.3 Dendrimer tipleri

2.1.3.1 Akiral dendrimerler

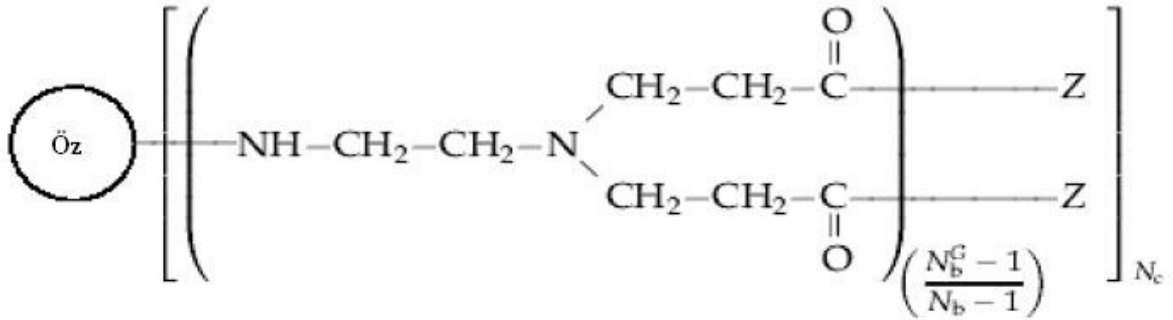
2.1.3.1.1 PAMAM (Poliamidoamin) dendrimer

Uçlarında amino gruplara sahip etilendiamin öz veya amonyak özden birini esas almaktadırlar. Genelde metanol veya sudaki çözeltileri şeklinde satılmaktadırlar (Klajnert ve Bryszewska 2001). Ayrılma metoduyla sentezlenmektedirler. Şekil 2.9'daki gibi PAMAM dendrimerler önce metilen akrilatın primer amino grubu ile Michael ekleme reaksiyonu sonra karbometoksi ara ürünün büyük miktarda etilendiamin ile amidasyonunun tekrarlayıcı sırayla uygulanması sonucu oluşmaktadır. 10. jenerasyona kadar üretilebilmektedir (moleküler ağırlığı 930000 g/mol'ün üzerindedir). Günümüzde dendrimerlere ticari olarak erişilebilmektedir. Dendritech™ (A.B.D.) PAMAM dendrimerleri üretmektedir. (Klajnert ve Bryszewska, 2001). Ticari ürün olarak piyasada Starburst™ isimyle satılmaktadır (Holister ve ark. 2003).



Şekil 2.9. Amonyak özden PAMAM dendrimerin sentezi (Vögtle ve ark. 2009)

PAMAM dendrimerler Şekil 2.10'daki gibi dallandığı noktada tersiyer amin ve kendi yapısı içinde dallanan amid grubu içermektedir (Holister ve ark. 2003).



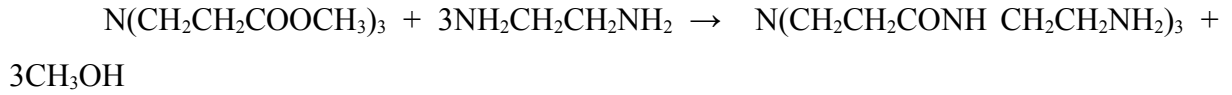
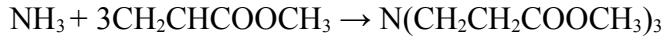
Şekil 2.10. PAMAM dendrimer (Holister ve ark. 2003)

PAMAM dendrimerler (nitrilotripropionamid özlü) POPAM (Polipropilenamin) dendrimerlerden (1,4-bütandiamin özlü) daha hacimli molekülleri toplamaktadırlar. Sıfırıncı jenerasyon bir PAMAM dendrimer bile (sadece 4 bitim gruplu) beşinci jenerasyon bir POPAM dendrimerden (64 çevre gruplu) daha fazla hacim kaplamaktadır. 1. jenerasyon PAMAM dendrimerin molar kütlesi yine 1. jenerasyon POPAM dendrimerden dört kez daha fazladır (Vögtle ve ark. 2009).

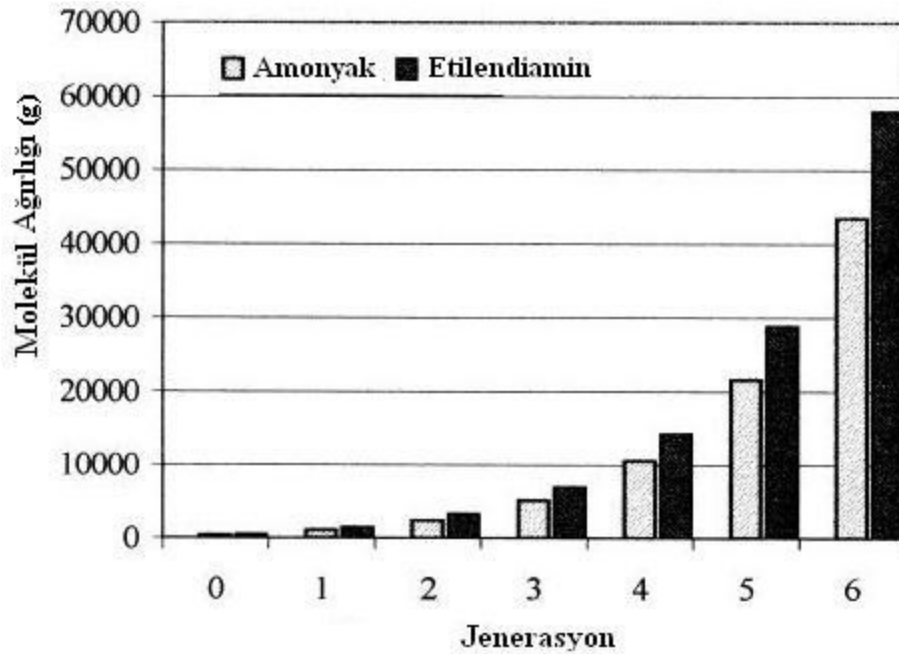
Tomalia ve Fréchet'in (2002) belirttiğine göre ilk dallanma ile tekrarlayan büyüme kavramı 1978 yılında düşük molekül ağırlıklı aminlerin yapımında bunu uygulayan Buhleier ve ark. (1978) tarafından bildirilmiştir. Bunu paralel ve bağımsız bir gelişme ile Tomalia grubunun ayrışma, "gerçek dendrimerlerin" makromoleküler sentezi yakından takip etmiştir. Dendrimer teriminin ilk kullanıldığı makale ve PAMAM dendrimerlerin hazırlanmasının detaylı bir şekilde açıklanması 1984'te 1. Uluslararası Polimer Konferansı'nda sunulmuştur (Tomalia ve Fréchet 2002).

İlk sentezlenen dendrimerler poliamidoaminlerdir (PAMAM). Starburst dendrimerler olarak bilinirler (Klajnert ve Bryszewska 2001). İsim, bu tipin yüksek jenerasyonlu dendrimer yapısına iki boyutlu olarak bakıldığında gözlemlenen yıldız şeklindeki deseni ifade etmektedir (Boas ve ark. 2006). PAMAM dendrimerler için 'starburst effect' onuncu jenerasyondan sonra gözlenmektedir. Reaksiyon hızı aniden düşmekte ve son gruplarda reaksiyon meydana

gelmemektedir. Onuncu jenerasyon PAMAM 6141 monomer birim içermektedir (Klajnert ve Bryszewska 2001). 'Starburst' Dow Kimyasal Şirketi'nin ticari markasının ismidir. Çekirdek molekülünde amonyak kullanılmaktadır. Metanol varlığında metil akrilatla reaksiyona girmekte ve ardından etilendiamin eklenmektedir:



Her dalın sonunda iki metil akrilat monomeri ve iki etilendiamin molekülü ile reaksiyona girebilen serbest amino grubu bulunmaktadır. Her tamamlanan reaksiyon dizisi sonucu yeni bir dendrimer jenerasyonudur. Yarım-jenerasyon PAMAM dendrimerler (ör. 0.5, 1.5, 2.5) karboksilat grupların anyonik yüzeylerine (Klajnert ve Bryszewska 2001), tam-jenerasyon olanlar amino uç ve yüzey gruplara sahiptirler (Boas ve ark. 2006, Sancaktaroğlu 2008). Reaktif yüzey alanı miktarı her jenerasyonla ikiye katlanmaktadır. Şekil 2.11'de belirtildiği gibi kütle iki kattan fazla artmaktadır (Klajnert ve Bryszewska 2001).



Şekil 2.11. Amonyak ve Etilendiamin özlü PAMAM dendrimerlerin molekül kütlesi (Klajnert ve Bryszewska 2001)

Dendrimerin molar kütlesi matematiksel olarak önceden tahmin edilebilir:

$$M = M_c + n_c \cdot \left[M_m \cdot \left(\frac{n_m^G - 1}{n_m - 1} \right) + M_t \cdot n_m^G \right]$$

M_c : Çekirdeğin molar kütlesi

M_m : Dallanmış monomerin molar kütlesi

M_t : Terminal grupların molar kütlesi

n_c : Çekirdek çarpanı

n_m : Dallların birleşme noktası çarpanı

G : Jenerasyon sayısı

Dendrimer terminal grupların sayısındaki artış şu geometrik diziyle tutarlıdır:

$$Z = n_c \cdot n_m^G$$

Jenerasyon ile artan dal yoğunluğunun dendrimerlerin yapısında çarpıcı bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Dendrimerler mevcut iç boşlukları ve çok sayıda reaktif bitim grupları tarafından karakterize edilirler (Klajnert ve Bryszewska 2001). PAMAM dendrimerlerin teorik özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

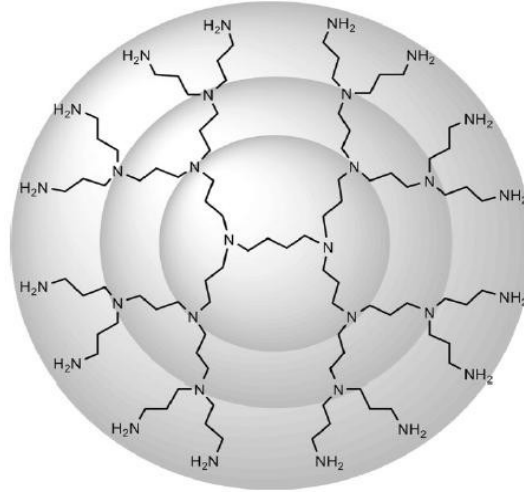
Çizelge 2.1. PAMAM dendrimerlerin teorik özellikleri (Klajnert ve Bryszewska 2001, www.dnanotech.com/dendrimerOverview.pdf, 2011)

Jenerasyon	Amonyak Öz			Etilendiamin Öz		
	Molekül Ağırlığı (g)	Uç Grup Sayısı	Çap (Å)	Molekül Ağırlığı (g)	Uç Grup Sayısı	Çap (Å)
0	359	3	14	516	4	15
1	1043	6	19	1428	8	22
2	2411	12	26	3252	16	29
3	5147	24	36	6900	32	36
4	10619	48	44	14196	64	45
5	21563	96		28788	128	54
6	43451	192		57972	256	67
7	87227	384		116340	512	81
8	174779	768		233076	1024	97
9	349883	1536		466548	2048	114
10	700091	3072		933492	4096	135

2.1.3.1.2 PPI (Polipropilenimin) /POPAM (Polipropilenamin) dendrimer

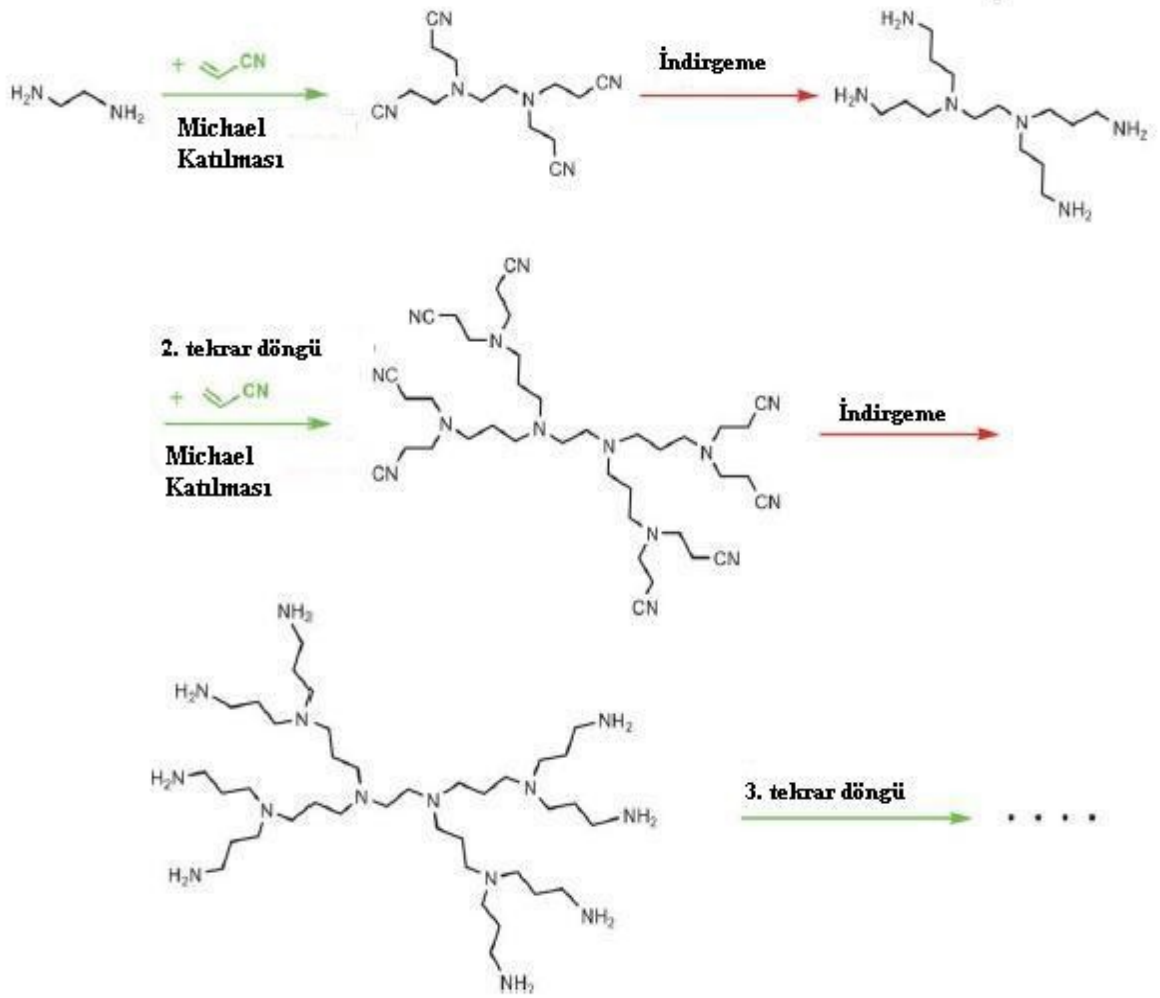
1993'te Hollanda'nın DSM firmasından Meijer tarafından bulunan PPI dendrimerler 1,4-diaminobütan özden ayrılma metoduyla üretilmiştir. Şekil 2.12'de gösterilen PPI dendrimerler günümüzde DSM tarafından büyük miktarlarda sentezlenmekte ve ticari olarak ulaşılabilmektedir. Ticari ürün olarak piyasada Astramol™ ismiyle satılmaktadır (Holister ve ark. 2003). Ticari olarak ulaşılabildiği için dendrimerlerin en yaygın kullanılan tiplerindedir (Vögtle ve ark. 2009). Biyoloji gibi materyal bilimlerinde geniş kullanım alanları bulur. PPI'e alternatif olarak POPAM da bu sınıftaki dendrimerleri tanımlamada kullanılmaktadır. Ek olarak bu dendrimerler genellikle "DAB-dendrimerleri" olarak da gösterilir. DAB çekirdek yapıdaki diaminobütana dayanmaktadır (Boas ve ark. 2006). PPI dendrimerler önce akrilonitrilin primer amino grubu ile Michael katılma reaksiyonunun ardından Raney kobalt katalizörün varlığıyla basınç altında hidrojenasyonu sonucu oluşmakta ve tekrarlayan diziyile büyümektedir (Holister ve ark. 2003). Michael reaksiyonunda primer mono- veya oligo-diamine akrilonitril eklenmektedir. Uygun indirgeme ajanları Co(II)-borhidrür kompleksleri

veya diisobütillalüminyum hibrididir (Vögtle ve ark. 2009).



Şekil 2.12. POPAM/PPI dendrimer (Vögtle ve ark. 2009)

PPI dendrimerler dallandığı noktada tersiyer amin ve kendi yapısı içinde dallanan propilen grubu içermektedirler. Şekil 2.13'de gösterildiği gibi sentezlenmektedir. Çizelge 2.2'de belirtildiği gibi 5. jenerasyona kadar oluşturulabilir. Ayrılma yoluyla elde edildiğinden Michael katılması esnasında tamamlanmayan reaksiyonlardan dolayı yapısal bozukluklar meydana gelebilmektedir. Dallanmanın yüksek derecede olması sterik engellenmenin sonucu olarak 5. jenerasyondan sonra jenerasyonun büyümesini durdurmaktadır (Holister ve ark. 2003).



Şekil 2.13. POPAM/PPI dendrimer sentezi

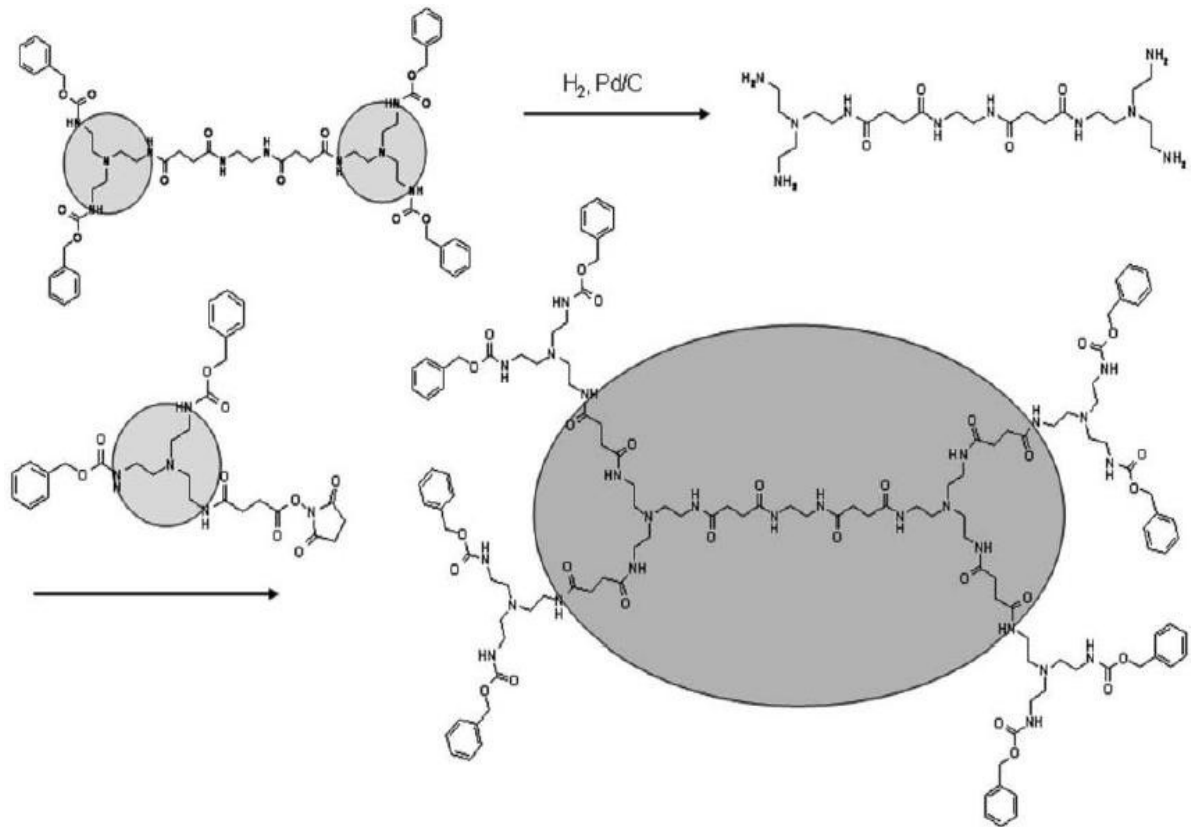
Çizelge 2.2. POPAM/PPI dendrimerde jenerasyon sayısı ile parametrelerin değişimi (Vögtle ve ark. 2009)

Jenerasyon	Molekül Ağırlığı (g)	Uç Grup Sayısı	Çap (Å)
1	317	4	4,4
2	773	8	6,9
3	1687	16	9,3
4	3514	32	11,6
5	7168	64	13,9

2.1.3.1.3 POMAM dendrimeri

Majoros ve ark. tarafından tasarlanan, POPAM ve PAMAM iki dendrimer tipinin dendritik hibrid yapılanmasıyla POMAM dendrimerleri gibi yapısal çeşitlilik sağlanmıştır. Bu dendrimer tipinde POPAM özden başlayarak PAMAM dallanan birimler bir araya getirilmiştir. Vögtle ve ark. (2009) POPAM/PAMAM hibrid dendrimerlerin üçüncü jenerasyonunu geliştirmişlerdir.

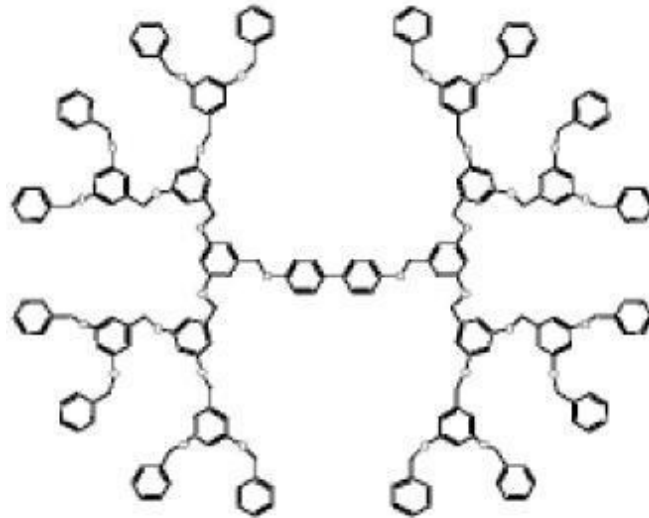
Sıfırıncı jenerasyon POPAM dendrimerden başlayarak koruyucu grup, amino grupları etkinleştirmek için paladyum-katalizörlü hidrojenasyon tarafından kaldırılmıştır. AB₂ bağlı birimin taşıyıcı olarak sükkinimid ester ile sonraki reaksiyonu Şekil 2.14’de görülen birinci jenerasyon “hibrid dendrimer”in eldesini sağlamaktadır (Vögtle ve ark. 2009).



Şekil 2.14. Değişen PAMAM ve POPAM birimler ile 1. jenerasyon POMAM dendrimerin sentezi (Vögtle ve ark. 2009)

2.1.3.1.4 Fréchet'in aromatik polieter dendrimeri

1990'da Fréchet birleşme yöntemi uygulayarak oluşturduğu dendrimeri tanıtmıştır. Birleşme sentezinde işlem dış kenarda başlatılmış ve öz detaylandırılmıştır. Şekil 2.15'de gösterilen Fréchet'in aromatik polieter dendrimerlerine kolayca ulaşılabilen olup, çeşitli araştırmacılar tarafından sıkça incelenmiştir. 90'ların başlarında Jeffrey Moore birleşen senteznu kullanarak fenilasetilen dendrimerleri geliştirmiştir (Holister ve ark. 2003). Bu tip dendrimer simetrik olabilmekte veya asimetrik olarak farklı jenerasyon ya da yüzey motifli iki veya üç kısım segment elementi (dendronlar) içerebilmektedir. Bu dendrimerler genelde yüzey grupları olarak karboksilik asit grubuna sahiptirler. Bu yüzey bu hidrofobik dendrimer tipinin polar çözücülerde veya sulu ortamda çözünürlüğünü arttırmada polar yüzey grubu görevi görmektedirler (Boas ve ark. 2006).



Şekil 2.15. Fréchet'in aromatik polieter dendrimeri (Holister ve ark. 2003)

2.1.3.1.5 Hiperözlü ve dallı moleküller

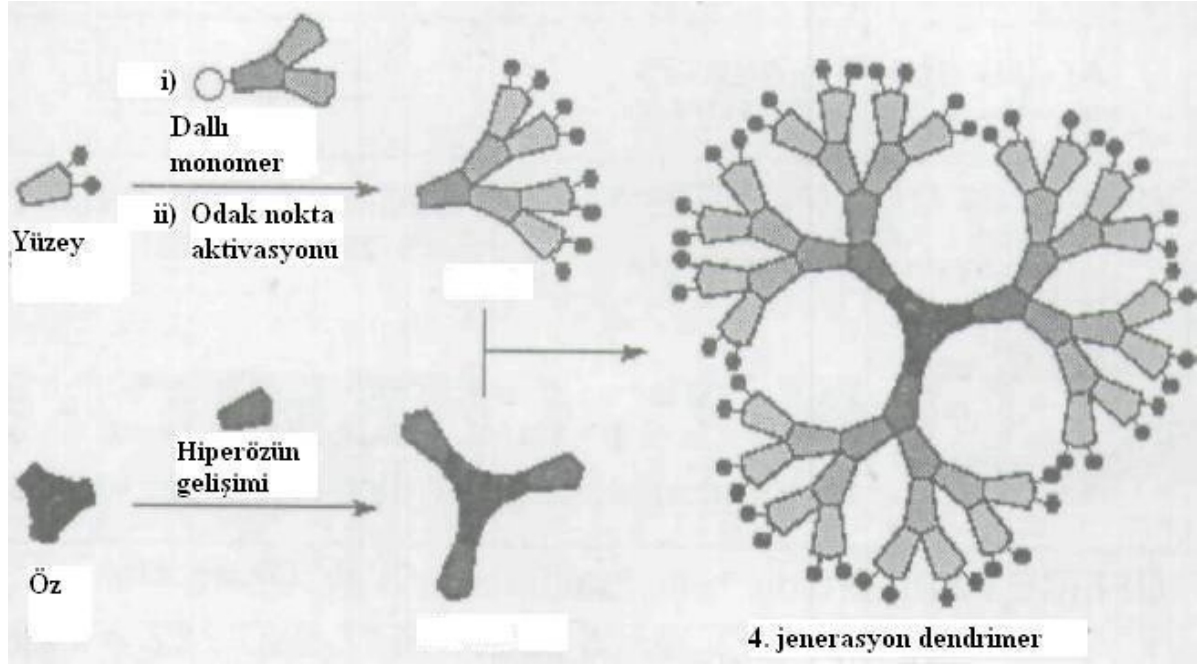
Dendrimer sentezinin pratikte yakın zamanlı en temel yeniliği “Çift Üstel” büyüme kavramı ve uygulamaları ile oluşmuştur. Çift üstel büyüme için her ikisi de korunan A ve B fonksiyonel gruplu AB_2 monomeri kullanılmaktadır. Bu bütünüyle korunmuş monomer, seçici olarak yüzeyde ve odak noktasında birleşen ve ayrışan tipli monomerini vermek için

birbirinden ayrı reaksiyonlarda serbest bırakılmaktadır. Bu iki ürün daha sonra ortogonal korumalı trimeri vermede birlikte reaksiyona girerler. Bu trimer büyüme prosesinin tekrarında kullanılabilir durumdadır (Matthews 1998).

Çift üstel büyümenin nitelikleri birkaç adımda büyük boyutlu dendrimer üretme yeteneğinden daha zordur. Aslında çift üstel büyüme o kadar hızlıdır ki bir sonraki büyüme imkansız hale gelmeden sadece iki veya belki üç kere tekrarlanabilir. Daha önemlisi çift üstel yöntem bilimi dendritik parçaların istenildiğinde birleşme ya da ayrışma biçiminde genişleyebildiğidir. Bu yolla her iki yaklaşımın olumlu yönlerine kusurlarını kabul etme gereği olmaksızın ulaşılabilmektedir. Dikkatli tasarlanmış dendrimerleri oluşturma yeteneği daha detaylı yapıların yolunu açmaktadır (Matthews 1998).

90'lı yılların başında Cornell Üniversitesinde Fréchet'in grubu öncülüğünde dendrimer alanında araştırmalar yapılmıştır. Birleşme yönteminin geliştirilmesinin ardından dendrimer sentezinin hızlandırılmasına odaklanmışlardır. Bu araştırmaların neticesinde “hiperöz” ve “dallanmış monomerler” bulunmuştur. Bu yöntem birbirine bağlandıktan sonra daha yüksek verimli veya daha az adımla dendrimerler veren oligomerik türlerin ön-birleşmesini kapsamaktadır (Nair 2008). Bu sayede birimler birleşme ve ayrışma tekniklerinin en iyi yanlarını alarak birkaç adımda veya daha yüksek oranda dendrimer verecek şekilde bağlanmaktadır (Matthews 1998).

Şekil 2.16'da gösterilen hiperözler ve dallanmış monomerler kimyacıların klasik sentetik algıdan daha fazla birleşen sentetik stratejiler geliştirmelerine olanak sağlamıştır (Nair 2008). “Hiperöz” ve “dallanmış monomerler”, çekirdeklerin ve klasik dendrimer sentezlerinde kullanılan monomerlerin dallanma öncesi analoglarıdır. Standart yolla sentezlenebilmekte ve dendrimerlerin üretimi için güçlü birimler haline gelmektedirler (Matthews 1998).



Şekil 2.16. Hiperöz tekniği (Nair 2008)

2.1.3.2 Kiral dendrimerler

Kiral dendrimerlerin sınıflandırılması kiralitenin molekülün içine hangi yolla katıldığı veya kiral modüllerin hangi alana aşılandığı gibi farklı kriterlerle yapılır. Kiral dendrimerler literatürde tanımlanan aşağıdaki gruplardan birine atanabilir:

- (A): Kiral öz ve akiral dallanan iskeleli dendrimerler,
- (B): Kiral son gruplu dendrimerler,
- (C): Kiral boşluklu veya kiral dallanan birimli dendrimerler,
- (D): Akiral öz ve yapısal olarak en az üç farklı dendronlu dendrimerler,
- (E): Kiral öz, kiral dallar ve kiral son gruplu dendrimerler.

Son iki dendrimer tipi daha az bilinir çünkü D durumunda kiralite düşüktür, E durumunda kiral etkilerin açıklanması zor bir olasılıktır (Vögtle ve ark. 2009).

Çoğu durumda kiralite stereogenic merkezlerin varlığından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ışıktenkin doğal ürünler, amino asitler gibi, karbonhidratlar veya nükleik asitler

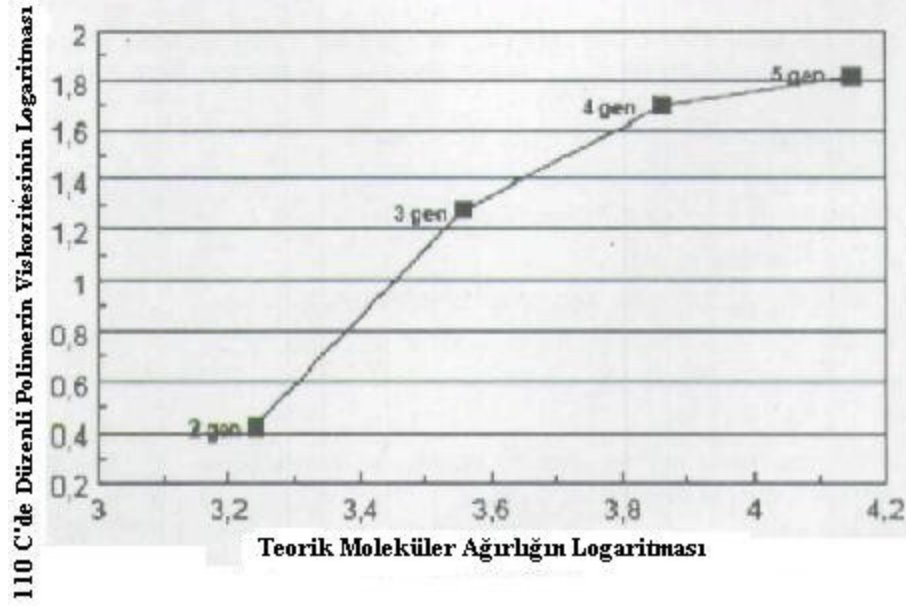
dendronlar veya dendrimerlere kiralite vermede, yapı bloklarında veya uç gruplarında sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca kiral dendrimerler sentetik kiral yapı bloklarıyla üretilmekte ve dendrimer konformasyonunda kiral yapı bloklarının etkisinin sistematik çalışması için kullanılmaktadırlar. Bu aynı zamanda düzlemsel kiral, eksenel kiral veya topolojik kiral birimlerden çıkan kiralite dendritik yapıyı içermektedir. Kiral özlü dendrimerler en sık rastlanılanlardır (Vögtle ve ark. 2009).

2.1.4 Dendrimerlerin özellikleri

2.1.4.1 Viskozite

Lineer zincirler çözeltilerde esnek bukleler halinde bulunurken, dendrimerler bunun tersine top şeklinde sıkıca paketlenmiş yapı oluşturmaktadırlar. Bu durumun onların akıcılık özellikleri üzerinde büyük etkileri vardır. Dendrimer çözeltilerinin lineer polimer çözeltilerine göre çok düşük viskoziteleri vardır. Dendrimerlerin moleküler ağırlıkları arttıkça içsel viskoziteleri de artmaya başlamakta olup, 4. jenerasyonda maksimuma ulaşmakta ve daha sonra düşmeye başlamaktadır. Lineer polimerlerde ise içsel viskozite molekül ağırlıkları arttıkça sürekli artmaya devam etmektedir (Klajnert ve Bryszewska 2001). Viskozite, deneysel açıdan basit olması ve molekül büyüklüğüyle doğrudan ilişkisi nedeniyle, genellikle geleneksel polimerlerin standart karakterizasyon tekniği olarak kullanılmaktadır. Dendrimerlerde ise viskozitenin molekül ağırlığına ya da jenerasyon sayısına bağlı olarak değişimi bir maksimum nokta göstermektedir (Namırtı ve Atav 2011). Her yeni jenerasyonla birlikte bir dendrimerin kütlesi 2^G , hacmi G^3 artar (Sancaktaroğlu 2008).

Şekil 2.17’de verilen grafikte hiperdallanmış poliesterin viskozitesinin geleneksel poliesterde beklendiği gibi düzenli artmadığı görülmektedir (Nair 2008).

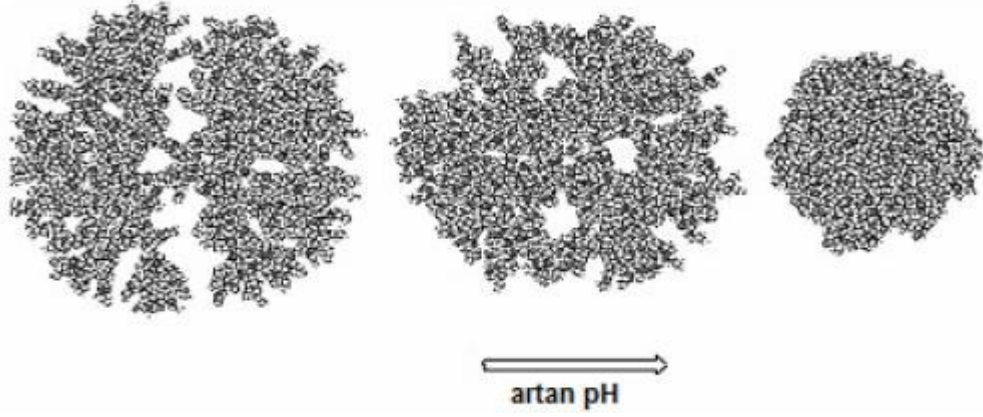


Şekil 2.17. Viskozite ve moleküler ağırlık grafiği (Nair 2008)

2.1.4.2. Kimyasal dayanım

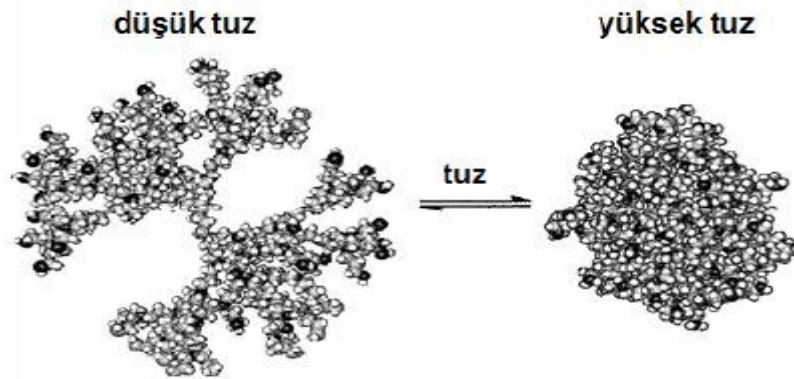
PAMAM dendrimere pH fonksiyonunun yapısal davranışını ve etkisini tahmin etmek için uygulanan moleküler dinamik, dendrimerin düşük pH'ta ($pH \leq 4$) düzenli bir yapı ve uzun bir konformasyonu olduğunu göstermiştir. Bu pH jenerasyon sayısı arttıkça pozitif yüklü aminler arasındaki itmenin bir sonucu olarak hem dendrimer yüzeyi hem de tersiyer aminler giderek “içi boş” bir yapı halini almaktadır (Boas ve ark. 2006).

Şekil 2.18'de gösterildiği gibi nötral pH'da iç kısımdaki yüklenmemiş tersiyer ve pozitif yüklenmiş yüzeydeki amin grupları arasında hidrojen bağlarından kaynaklanan geriye doğru katlanma meydana gelmektedir. Daha yüksek pH'larda ($pH \geq 10$) molekül değeri nötral oldukça büzülür kompakt ağ sistemindeki kayba dayanan dendrimer kolları ve yüzey grupları arasındaki itme kuvvetlerinin minimuma ulaştığı daha küresel bir yapı halini almaktadır. Yerleşim düzeni zayıf “dendronlar arası” itme kuvvetinin sonucu olarak bu pH'da daha yüksek derecede geriye doğru katlanma meydana gelmektedir (Boas ve ark. 2006).



Şekil.2.18. Dendrimere pH etkisi (Boas ve ark. 2006)

Moleküler simülasyonlar genellikle yüksek iyonik dayanımının yüksek tuz konsantrasyonu yüklenmiş PPI dendrimerleri üzerinde güçlü etkisi olduğunu ve artan pH veya zayıf çözünürlük ile de benzeri şekilde yüksek geriye doğru katlanarak büzülmüş bir yapıyı desteklediğini göstermiştir. Şekil 2.19’da görüldüğü gibi düşük tuz konsantrasyonunun bulunduğu koşullarda yüklü dendrimer segmentleri arasındaki itme kuvvetleri, yapıdaki yük itimini en aza indirmek için geniş yerleşim düzeni oluşturmuştur (Boas ve ark. 2006).

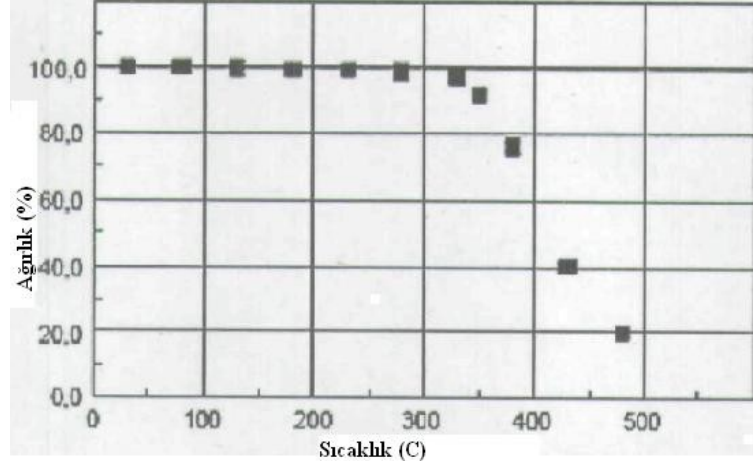


Şekil 2.19. Dendrimere tuz etkisi (Boas ve ark. 2006)

2.1.4.3 Termal özellikler

Termal özellik T_g , moleküler ağırlık, çapraz bağlanma yoğunluğu, fonksiyonellik, kohezif kuvvetlere bağlıdır. Hiperdallı poliesterler oda sıcaklığında biçimsiz katılardır.

Hiperdallı poliesterler iyi termal dirence sahiptirler ve 350°C üzerinde kötüleştirmeye başlar. Şekil 2.20’de hiperdallı poliesterin TGA ölçümü gösterilmiştir. Termo-mekanik özellikler kabuk kimyasına bağlıdır. Camsı geçiş sıcaklığı çoğunlukla yüzeyindeki hidroksil grupların hidrojen bağlarına bağlıdır ve alifatik grupların birleşmesiyle önemli ölçüde düşmektedir. Böylece alifatik gruplar ile sadece yüzeyin uç kısmında katıdan sıvıya geçiş mümkün olabilmektedir (Nair 2008).



Şekil 2.20. Hiperdallı poliesterin TGA ölçümü (Nair 2008)

2.1.4.4 Çözünürlük

Dendrimerlerin çok fazla zincir sonlarının bulunması yüksek çözünürlük, karışabilirlik ve yüksek reaktiviteye neden olmaktadır. Tetrahidrofur ile yapılan çözünürlük testinde, dendritik poliesterin çözünürlüğü, benzer lineer poliesterin çözünürlüğünden önemli ölçüde yüksek çıkmıştır. Bu belirlenen farklılık kimyasal reaktivitede de gözlemlenmiştir. Bunun yanında dendrimerlerin hidrofobik içyapısı hem hidrofob moleküllerin kapsüllenmesini kolaylaştırmakta hem de bunların çözünürlüklerini arttırmaktadır (Namırtı ve Atav, 2011).

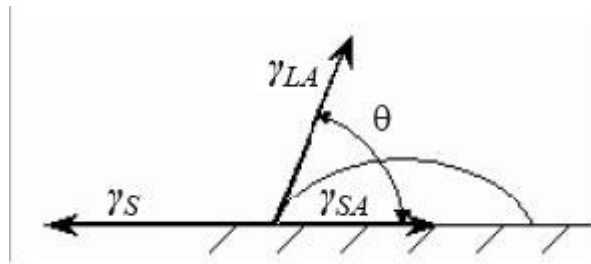
2.2 Pamuk Liflerine Uygulanan Bitim İşlemleri

Pamuklu kumaşlara uygulanan bitim işlemleri kullanım yerine bağlı olarak çok çeşitlilik gösterse de, burada yalnızca tez çalışması kapsamında üzerinde çalışılmış olan su-yağ iticilik, güzel koku ve antimikrobiyal bitim işlemleri ve bu işlemlerde dendrimer

teknolojisinin kullanımına ilişkin literatür özeti verilmektedir.

2.2.1 Su ve yağ iticilik bitim işlemi

Günümüzde tekstil sektöründe rekabetin artışıyla birlikte multi-fonksiyonel, koruyucu ve konforlu kıyafetlerin gelişiminde ve bu ürünlere olan eğilimde artış olmuştur. Su, yağ ve kir iticilik uygulamaları kıyafete kolay bakım sağlamakta ve fonksiyonelliğini geliştirmektedir (Namlıgöz ve ark. 2009). Su itici uygulamanın amacı kumaş yüzeyinde ince bir hidrofobik film tabakası oluşturmaktır. Kumaş gözenekleri kapanmadığından deri solunumu ve ter naklini olumsuz etkilememektedir. Tekstil mamulünün ıslanması katı-sıvı-hava (yaygın kullanımı gaz) sistemi ile açıklanmaktadır. Sınır yüzey gerilim kuvvetleri ve kumaş yüzeyindeki su Şekil 2.21’de gösterilmiştir.



Şekil 2.21. Pürüzsüz katı yüzeyinde uzanan sıvının bir damlasının dengeli konumu (Namlıgöz ve ark. 2009)

Denge durumunda bu miktarlar arasındaki oran Young eşitliği ile tanımlanmıştır:

$$\gamma_S - \gamma_{SL} = \gamma_{LA} \cos \theta$$

γ_S : katı-hava gerilimi

γ_{LA} : sıvı-hava gerilimi

γ_{SL} : katı-sıvı gerilimini belirtmektedir.

Eğer $\theta \leq 90^\circ$ ise kumaş hidrofildir ve sıvıyı emer, $\theta \geq 90^\circ$ ise kumaş sıvıyı emmez, su itici özelliğe sahiptir (Namlıgöz ve ark. 2009).

Su itici bileşikler kumaşın dış yüzeyini hidrofobik gruplarla örtmekte ve bu hidrofobik

gruplar su moleküllerini düşük enerji yüzeyi oluşturarak itmektedirler. Mekanik kuvvetler veya ikincil değerlikli bağlar ile kumaşa bağlanan su itici kimyasallar yıkama veya kuru temizleme sırasında zarar görmekte ya da uzaklaşmaktadırlar. Kalıcı bir su iticilik kazandırmak için lif ve su itici kimyasal madde arasında kalıcı kovalent bağlar oluşturmak gerekmektedir. Lif ve su itici kimyasal arasında oluşturulan bağın kimyasal yapısı su itici kimyasalın yıkama veya kuru temizleme sırasında uzaklaşmasına engel olmaktadır (Ağırman ve ark. 2009).

Günümüzde su ve yağ iticilik için en önemli kimyasallar florokarbon (FC) bileşikleridir. FC bileşiklerinin etkisi flor (F) ve karbon (C) atomları arasındaki bağın yapısından kaynaklanmaktadır. C-F bağının uzunluğu 1,35 Å iken C-C bağının 1,54 Å'dur. Çünkü C-F bağları daha kısadır, florlanmış alkil gruplarının hareketi daha azdır, F ve C atomları kuvvetli bir şekilde bağlıdır. Bu florokarbon bileşiklerinin çok daha az sınır yüzey gerilimine sahip olmasına neden olmaktadır (Çoban 1999). Bu nedenle su ve yağ iticilik uygulamalarından sonra sıvılar asla kumaşın içine nüfuz etmemektedirler (Namlıgöz ve ark. 2009).

Florokarbonlar aplike edildikten sonra fikse sırasında birleşerek polimer filmi oluşturmakta ve bu filmde poliakrilatların perfloranmış kısımları üst yüzeye doğru yönlendirilerek su iticilik özellik kazandırmaktadır. Florokarbonların etkin hale gelmesi için önemli olan nokta fiksaj işlemidir. Uygulama sonrasında yapılan kurutma ve fikse şartları florokarbonların performansını direkt olarak etkileyen parametrelerdir. Düşük sıcaklıkta yapılan fikse florokarbonun yıkama dayanımını düşürmektedir. Florokarbonlar aplike edilip, kurutulup düşük sıcaklıkta fikse edilirse ters dönerek mamul üzerinde oryante olmadan kalabilmektedir. Bu ise düşük yüzey enerjisinin elde edilememesine, dolayısı ile su, yağ ve kir iticilik özelliklerinin bozulmasına neden olmaktadır (Uğur ve Karaboyacı 2010).

Su iticilikte kullanılan diğer bir kimyasal ise zirkonyum tuzu içeren parafin emülsiyonlarıdır. Zirkonyum tuzu içeren parafin emülsiyonları lifler tarafından adsorbe edilmekte, parafin ve vaks parçaları zirkonyum iyonları aracılığıyla liflere bağlanmaktadır (Namlıgöz ve ark. 2009). Zirkonyum tuzu içeren parafin emülsiyonları, zirkonyum iyonlarını liflerin üzerinde tuttuğundan ve su itici grupların liflerin yüzeyine iyi oryante olmasından

dolayı iyi bir su iticilik sağlamaktadır (Çoban 1999).

Su iticilik konusundaki son yaklaşımlar dendrimer adı verilen nanopartiküllerin kullanımına dayanmaktadır. Dendrimerlerin iticilik etkisi, yıkamaya dayanıklı, su itici ve yüksek aşınma direncine sahip etkiler yaratan nano boyutta kristal yapılar oluşturmaya dayanmaktadır. Sancaktaroğlu (2008) yaptığı çalışmada pamuk ve pamuk/poliester kumaşlara dendrimer içeren, florokarbon içeren ve dendrimer/florokarbon kombinasyonu içeren ürünlerle muamele ederek su ve yağ iticilik değerlerindeki değişimleri incelemiştir. Sonuçlar karşılaştırıldığında dendrimerlerin florokarbonların yerleşimini oryante ettikleri için dendrimer/florokarbon kombinasyonunun daha iyi yağ ve su itici etki gösterdikleri saptanmıştır.

Namlıgöz ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, pamuklu kumaşa florokarbon/dendrimer kombinasyonu, nano-silika asit, konvansiyonel florokarbon bileşiği, zirkonyum tuzu içeren parafin emülsiyonu ve nano boyutta florokarbon polimeri ile muamele etmişlerdir. Uygulama sonuçları karşılaştırıldığında florokarbon/dendrimer kombinasyonu ile muamele edilen pamuklu kumaşların daha iyi su iticilik, yağ iticilik ve kir iticilik özelliği gösterdiği anlaşılmıştır.

Marconi ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, Pamuk/Poliester kumaşları dendrimer, florokarbon/dendrimer kombinasyonu ve florokarbon bileşikleriyle muamele etmişlerdir. Dendrimerlerin florokarbon polimerleriyle kombine edilmesi durumunda yüksek düzeyde su ve yağ iticilik etkisi elde edilmiş ve bunun nedeni florokarbon zincirlerinin dendrimelerin etkisiyle oryante olmasına dayandırılmıştır.

2.2.2 Güzel koku kazandırma bitim işlemi

Günümüzde bilimsel ilerleme, yenilikçi tekstil ürünlerinin geliştirilmesi için kullanılmaktadır. Böcek kovucular, anti-selülit uygulamalar, kalıcı kokular ve deri yumuşatıcılar, antibiyotikler, hormonlar ve diğer ilaçlar gibi medikal uygulamalar ve medikal tekstiller için antimikrobiyal ajanlar giyim üreticilerinin ürünlerine artı değer katmak için yaptığı bazı uygulamalardır. Özellikle katma değeri yüksek yeni ürünlerin geliştirilmesi ile

rekabet edebilirliğin artışı, pazar dinamiklerinin gelişmesi ve endüstrinin ekonomik gelişmesi sağlanabilir (Rodrigues ve ark. 2009). Tekstil üreticilerinin kalıcı kokular için yapılan uygulamalara gösterdikleri ilgi artmaktadır (Nelson 2001).

Kapsülleme teknikleri çeşitli koku aprelerinin kalıcılığını koruyabilmesi için bir fırsat sunmaktadır (Rodrigues ve ark. 2009). Bu yenilikçi teknoloji katı ya da sıvıların küçük kapsayıcısı olarak işlev gören mikrokapsüllerden faydalanmaktadır. Bu kapsayıcılar belirli bir amaca uygun şekilde kontrollü şartlar altında özdeki içeriklerinin salınımını yapmaktadırlar (www.textilesintelligence.com, 2012). Mikrokapsüller çektirme, emdirme, spreyleme, kaplama vb. yöntemlerle applike edilebilmektedir (Rodrigues ve ark. 2009).

Monllor ve ark (2007) nane mikrokapsüllerini pamuklu kumaşa hem emdirme hem de çektirme yöntemiyle applike etmişlerdir. En uygun yöntemi bulmak amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda emdirme yönteminin, mikrokapsüllerin kumaşa tutunması açısından en verimli yöntem olduğu bulunmuştur.

Kumaşın içine kapsüllenmiş lavanta, gül, narenciye veya vanilya kokularının, applike edilmesinin fiziksel ve duyuşal doğanın olduğu kadar önemli psikolojik ve duygusal ihtiyaçları karşılamak için de iyi bir yol olduğu kanıtlanmıştır. Bu tür kumaşlar “aromaterapik tekstiller” olarak adlandırılmaktadır. Aromaterapi ve aromaterapik tekstillerin günlük yaşamda sağlığını korumak isteyen insanlar için ilk seçenek olduğuna ve yakın gelecekte bir moda haline geleceğine inanılmaktadır. β -Siklodekstrin ve kapsülleme tekniğı kullanılarak üretilen bu tekstiller gevşeme (rahatlama), neşe, mutluluk gibi çeşitli özel hisler ve duygular ortaya çıkartmakta aynı zamanda zararlı bakterileri öldürmektedir (Wang ve Chen 2005).

Mikrokapsüllerin kumaşa emdirilmesi için çaprazbağlayıcı bir ajan gerekmektedir (Rodrigues ve ark. 2009). Bu, yüzeye yapışan kesiksiz film şeklinde bir bileşendir ve mikrokapsülleri kumaşın içine tutundurmaktadır (Ghosh, 2006). Çaprazbağlayıcı ajanlar akrilik, poliüretan, silisyumdioksit vb. olabilmektedir. Görevi mikrokapsülleri kumaşın içine fikse ederek, bunların yıkama sırasında ayrılmasını önlemektir. İpek, pamuk veya sentetik kumaşlar (poliamid veya poliester) gibi birçok kumaş çeşidine mikrokapsüller emdirilebilmektedir (Rodrigues ve ark. 2009).

Tekstil materyallerine mikrokapsüllerin uygulanması prosesinde, mikrokapsüller başlarda çaprazbağlayıcı ajanlar olmadan tekstil materyaline girebilmektedir; bir dağıtıcı mikrokapsüllerin etrafını dağıtmaya başlamakta ve tekstil materyaline yönelir ardından çaprazbağlayıcı ajanlar katılarak mikrokapsüllerin tekstil materyaline yapışması desteklenmektedir (Rodrigues ve ark. 2009). Alternatif olarak, tekstillerin üretiminde bitim işlemleri esnasında mikrokapsüller, bir yumuşatıcı ve bir çaprazbağlayıcı ajan içeren apre banyosunda fulard kullanarak emdirme işlemi vasıtasıyla tekstil mamulüne uygulanabilmektedir (Cussler ve Moggridge 2011). Nihai kullanım şekli dikkate alınarak mikrokapsüller kuru temizleme, yıkama devri ve aşınma dayanımı gibi spesifik ihtiyaçları karşılayabilmelidir (Nelson 2002).

Kapsüllenmiş aktif ajan kabuğun kırılmasıyla tekstilden ayrılmaktadır. Mikrokapsüllerin boyutu büyüdükçe kokuların ayrılması kolaylaşmaktadır (Rodrigues ve ark. 2009). Parfümlerin mikrokapsüllenmesi, kokunun saklanması amacının yanında var olan kokunun uzun süre kullanılması ya da başka bir ifade ile kokunun yavaş salınması amacı ile gerçekleştirilmektedir (Övez ve Yüksel 2002).

Lavanta tüm esans yağlarının en çok yönlüsü ve en çok kullanılanıdır. Özellikle sinir problemlerinden kaynaklanan semptomlarda çok faydalı bir yağdır. Limon, papatya, gül, kakule, karanfil ve yasemin koku yağlarının insan üzerine olumlu etkisi birçok araştırmayla onaylanmıştır (Wang ve Chen 2005).

Parfüm bileşenleri uçuculuklarına göre üç sınıfa ayrılmaktadır;

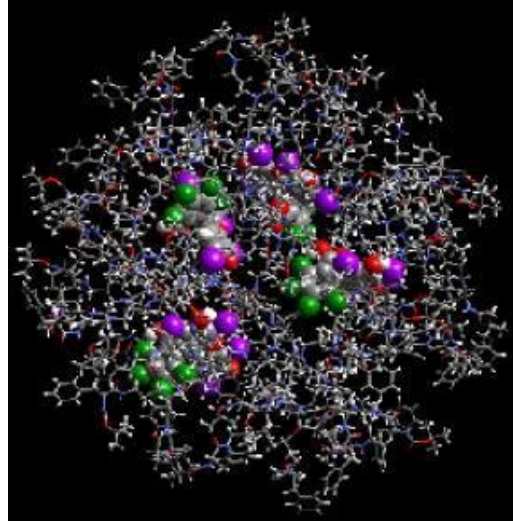
- üst uçucular: daha uçucu bileşenler; parfümün uygulandığından kısa bir süre (30 saniyeden birkaç dakikaya kadar) farkedilir. Örneğin: Limon, nane ve çimen.
- orta uçucular: bu kokular parfüme ana karakterini verir; yok olan üst uçucuların hemen akabinde saptanmıştır ve birkaç saat kalıcıdır. Örneğin çiçek kokusu.
- alt uçucular: bu kokular saatlerce kalıcıdır ve bütün parfümün sabitlenmesinde kullanılmaktadır, çünkü uçuculukları üst ve orta uçuculardan daha düşüktür. Örnekler orman, misk ve vanilya aromaları (Rodrigues ve ark. 2009).

Slovenya Celje’de Aero tarafından ayakkabı astarı ve tabanlıkların koku kontrol uygulamaları için lavanta, adaçayı ve biberiye gibi mikrokapsüllenmiş esansiyel yağlar içeren kağıt benzeri ürünler üretilmiştir. Kağıt ve diğer dokusuz yüzey ürünler, üretim yöntemi ne olursa olsun mikrokapsülleri en iyi şekilde hapsedip uzun süreli etkiler üretmektedirler (Nelson, 2001).

Almanya’da Hako-Werke Gmbh mikrokapsüllenmiş koku-kaplı tahta bezi üretmiştir. Taze koku serbest bırakılarak normal kullanım sırasında spreyle koku uygulaması için duyulan gereksinimi azaltmaktadır (Nelson 2001).

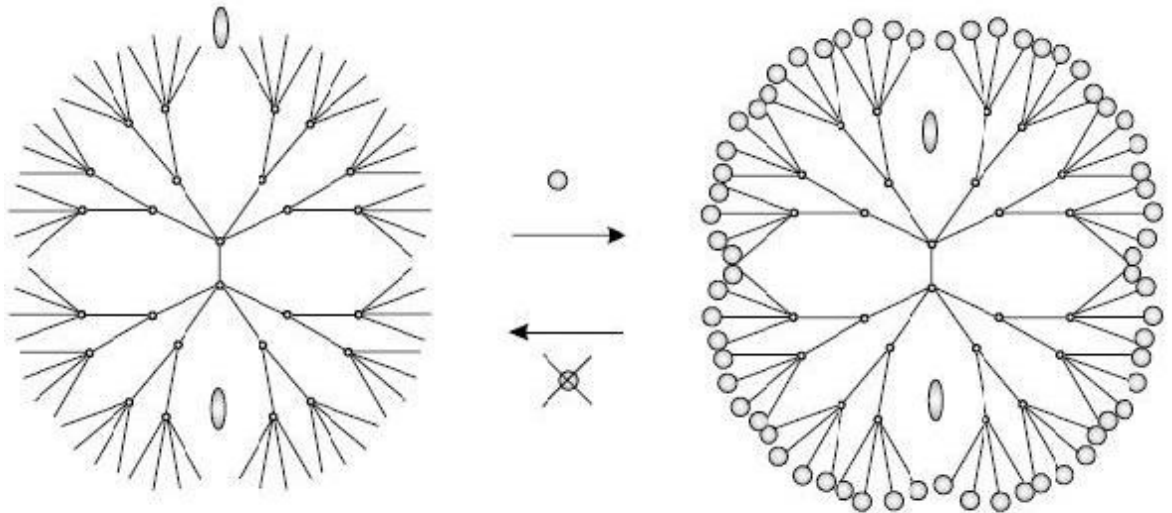
Kontrollü koku salınımı sağlamada kullanılabilecek bir diğer yöntem, dendrimer teknolojisidir. Dendrimerlerin içinde oluşan boşluklar canlı organizmalarda çalışan enzimlere benzer şekilde küçük misafir molekülleri bağlamak için kullanılabilir. Dendrimerlerin küçük moleküller için ev sahipliği potansiyeli 1994’te Hollanda Eindhoven Teknoloji Üniversitesi Kimya Profesörü Bert Meijer tarafından dikkat çekici bir biçimde ispatlanmıştır (Holister ve ark. 2003).

Şekil 2.22’de gösterilen “Dendritik kutu” dendrimer içine önce küçük bir molekül hapsedildikten sonra yumuşak dendrimer çekirdeğinin üzerinin sert bir kabukla çevrenmesiyle meydana getirilmiştir. Bu yapı nanoskopik boyutlarda bir moleküler taşıyıcı olmuştur (Holister ve ark. 2003).



Şekil 2.22. Dendritik kutu (Holister ve ark. 2003)

Şekil 2.23'de gösterildiği gibi dendrimer dalları arasında misafir molekülleri için boşluklar bulunmaktadır. Basit çözenler ve aynı zamanda daha büyük moleküller de dendrimerler tarafından kapsülenebilmektedir. Ev sahibi-misafir ilişkisinde iyonik etkileşim, Van der Waals çekim kuvvetleri ve hidrojen bağları etkili olabilmektedir (Froehling 2001). Dendrimerlerin iç yapısı, her çeşit fonksiyonelliği transfer etmeye uygun kılacak molekülleri veya nanopartikülleri taşımak için kullanılabilir (Reinhoudt 2007).



Şekil 2.23. Misafir molekülleri kapsülleyen dendritik kutu (Klajnert ve Bryszewska 2001)

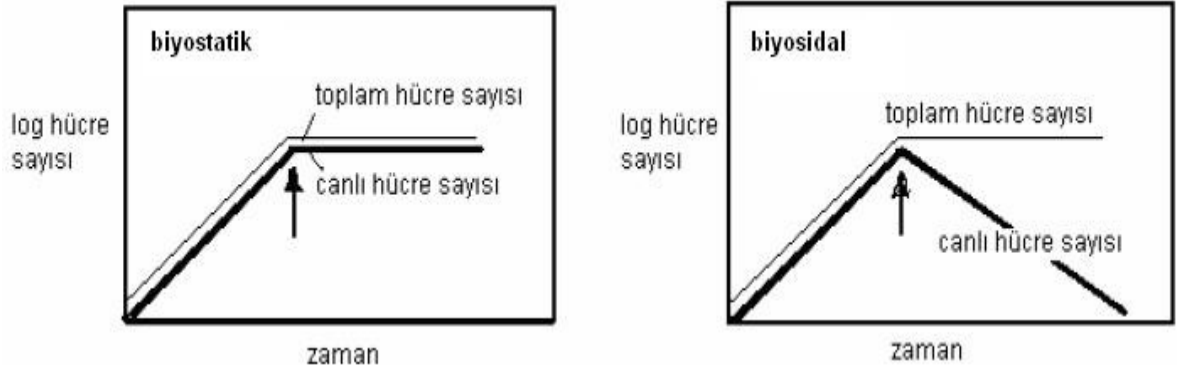
2.2.3 Antimikrobiyalik bitim işlemleri

Mikroorganizmalar soluduğumuz havada, vücudumuzda, toprakta ve temas ettiğimiz bütün yüzeylerde bulunmaktadır. Özellikle bakteriler enfeksiyon, hastalık, koku gibi sağlıkla ilgili problemlerin yanında tekstil ürünlerinin bozunmasına ve lekelenmesine de sebep olabilmektedirler. Pamuk gibi doğal lifler gözenekli, hidrofilik yapıları nedeniyle sentetik liflere göre mikroorganizma kökenli problemlere daha duyarlıdır. Öte yandan insan vücudu kendisine doğrudan temas eden giysilerdeki bakterilere ısı, nem ve besin sağlamakla yani bakteri gelişimi için mükemmel bir çevre ve uygun şartları sunmaktadır. Tekstil ürünlerinde mikroorganizmaların zararları çok eskiden beri bilindiği için bu alandaki uygulamalar da eskidir. Mısırlıların mumyaları sardıkları kumaşları korumak amacıyla kullandıkları inorganik tuzlar, baharat ve bitkiler bu konudaki en eski uygulamalardandır (Üreyen ve ark. 2009).

Antimikrobiyal tekstil ürünleri ikinci dünya savaşından bu yana kullanılmakta olup; günümüzde artan hijyenik ürün talebi ve toplumsal duyarlılığa bağlı olarak yoğun ilgi görmektedir (Palamutcu ve ark. 2009). Hijyen bilincinin geliştiği ülkelerde antibakteriyel ürünlere olan ilgi gittikçe artmaktadır. ABD’ de yapılan bir araştırmaya göre bayanlar arasında antibakteriyel etkinliğe sahip ürünleri tercih etme oranı %61’ dir. Günümüzün modern yaşam ve çalışma koşulları mikropların hızla üremesi için ideal koşullar sunmaktadır. Tek bir bakteri ile başladığında, yaklaşık 9 saat sonra 6 milyar bakteri meydana gelmektedir ve bu da yeryüzünde yaşayan insanların sayısına eşittir (<http://www.ggctt.com>, 2011). Antimikrobiyal tekstiller sağlık açısından önemli faydalar getirmekle beraber gerek insan sağlığı ve gerekse çevre sağlığı açılarından çeşitli problemleri de gündeme getirmektedir. Antimikrobiyal tekstiller faydalı yönleri yanında vücut florasında oluşturabilecekleri olumsuz etkiler, alerjik reaksiyonlar ve çevre açısından toksik etki yaratma potansiyelleri nedeni ile uzun vadede dikkatle izlenmeleri gereken ürünlerdir (Palamutcu ve ark. 2009).

Antimikrobiyal ya da biyoaktif tekstiller konusunu anlayabilmek için bazı temel kavramların bilinmesinde fayda vardır. Özel olarak sadece bakterilere karşı etkili olan malzemeler antibakteriyel, mantarlara karşı etkili olan malzemeler ise antimikotik ya da antifungal olarak isimlendirilmektedir. Şekil 2.24’de belirtildiği gibi çalışma biçimine göre mikroorganizmaları öldürebilen antimikrobiyal malzemeler biyosidal, mikroorganizmaların

üremelerini engelleyen ya da gelişimini durduran malzemeler de biyostatik olarak isimlendirilmektedir (Üreyen ve ark. 2009).



Şekil 2.24. Biyostatik ve biyosidal antimikrobiyal etkinlik (Palamutcu ve ark. 2009)

Antimikrobiyal uygulamalarda kullanılan en yaygın etken maddeler triklosan, kuaterner amonyum tuzları ve metallerdir (gümüş, bakır, çinko vb.) (Üreyen ve ark. 2009). Bunların dışında halamin türevleri de antimikrobiyal ajan olarak kullanılabilir. Metal ve metal tuzları içeren antimikrobiyal ajanlar proteinleri etkisizleştirir, kuarter amonyum tuzları bakterinin hücre zarını tahrip eder, N-Halamin ise oksidatif özelliktedir (Clotefi 2005).

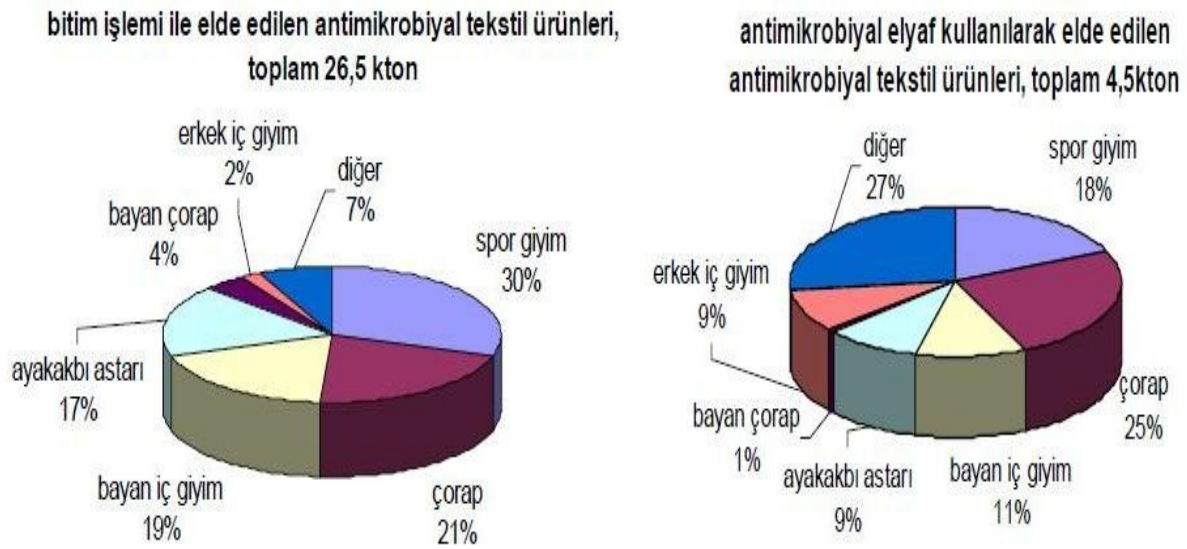
Antimikrobiyal maddelerin mikro organizmaları öldürme veya çoğalmalarını engelleme mekanizmaları çeşitlidir. Bu mekanizmalar,

- mikro organizmaların hücre duvarlarına zarar vermek,
- hücre duvarı sentezine engel olmak
- hücre duvarının kalıcı olarak tahrip edilmesi
- protein ve nükleik asit sentezlerinin engellenmesi
- enzim hareketlerinin engellenmesi yöntemleri ile çalışmaktadır (Palamutcu ve ark. 2009).

İnsan ve çevre sağlığı, proses ile ilgili kaygılar özellikle gümüş katkılı antimikrobiyal malzemelere ilgiyi arttırmıştır. Pek çok metalin antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bilinmesine rağmen gümüş diğer metallere tercih edilmektedir. Bunun başlıca nedenleri bakterilere karşı en dirençli metal olması, kontrollü kullanımında vücuda karşı zararlı

etkilerinin bulunmadığının eskiden beri bilinmesi, çoğu malzemeye göre son ürün haline getirilmesinin daha ucuz olması ve kolay üretim işlemidir (Üreyen ve ark. 2009).

Şekil 2.25’de Batı Avrupa’da 2000 yılı itibarı ile kullanılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürün çeşitleri genel olarak sınıflandırılmıştır. Burada Japonya’daki kullanım alanlarından farklı olarak spor giyimde antimikrobiyal tekstil kullanımı daha ağırlık kazanmıştır. Toplam tüketim miktarı bitim işlemi ile elde edilen antimikrobiyal tekstil ürünleri ve antimikrobiyal elyaf kullanılarak yapılmış olan tekstil ürünleri olarak iki ayrı grupta incelenmiştir. Toplam 31 kton olarak rapor edilmiş olan Avrupa antimikrobiyal tekstil kullanımınının 26,5 kton kadarının bitim işlemleri ile geri kalan 4,5 kton kadarının ise antimikrobiyal elyaf kullanılarak üretildiği görülmektedir (Palamutcu ve ark. 2008). Tahminlere göre 2000 yılında dünyada 100 kton antimikrobiyal tekstil ürünü üretilmiştir (Gao ve Cranston 2008).



Şekil 2.25. 2000 yılı itibarı ile Batı Avrupa’da antimikrobiyal tekstil ürünlerinin kullanımı (Palamutcu ve ark. 2008)

Farklı kimyasallar ve yöntemler kullanılarak üretimi yapılmakta olan antimikrobiyal tekstil ürünlerinin bu fonksiyonları genellikle yıkama sayısı ve kullanım şartlarına bağlı olarak zamanla azalmasına rağmen tüketiciler için yine de tercih edilen ve kullanım alanı sürekli olarak artan ürün çeşitleridir (Palamutcu ve ark. 2008). Batı Avrupa’da 2001-2005

yılları arasında antimikrobiyal kıyafetlerin kullanımında %15'den fazla artış olduğu tahmin edilmektedir ve buda antimikrobiyal kıyafetleri tekstil pazarı içinde en hızlı büyüyen alanlardan biri yapmaktadır (Gao ve Cranston 2008).

Antibakteriyel bitim işlemlerinde tekstil ürününe çektirme, emdirme, vakumla aplikasyon, maksimum flotte aplikasyonu, aktarma, püskürtme, köpükle aplikasyon ve kaplama yöntemlerinden birinin yardımıyla antibakteriyel maddeler aktararak mikroorganizmaların etkinlikleri durdurulmaktadır. Özellikle antibakteriyel maddenin tekstil ürününe aktarılabilmesi için suda çözünür olması, bu işlemin yıkama dayanımını azaltmaktadır. Burada önemli olan nokta, bu kimyasalların yıkamaya olan dayanımlarıdır. Yapılan çalışmaların çoğu, bu işlemlerin yıkama dayanımlarını artırmaya yöneliktir (<http://www.ggctt.com>, 2011).

Amin fonksiyonel gruplara sahip dendrimerlerin sahip oldukları yoğun primer amin grupları sayesinde etkili antimikrobiyal madde özelliği gösterebileceği düşünülmektedir. Calabretta ve ark. (2007) beşinci jenerasyon poli(amidoamin) (G5 PAMAM) dendrimerler ile korneal epitel hücrelerde Gram-negatif *Pseudomonas aeruginosa* ve Gram-pozitif *Staphylococcus aureus* patojenlerine karşı etkisini incelemiştir. Özellikle Gram-pozitif *Staphylococcus aureus* patojenlerinin toksisitesinin büyük oranda azaldığı tespit edilmiştir.

Amino terminal grupları içeren PAMAM dendrimerler ökaryotik hücrelerde düşük toksisiteye sahiptir. Amino grupların poli(etilen glikol) (PEG) veya lauril zincirlerinin modifikasyonu biyouyumluluğu geliştirmektedir. Antimikrobiyal peptidler (AMP) *Pseudomonas aeruginosa* (PA) ve *Staphylococcus aureus* (SA) gibi yaygın oküler patojenlere karşı güçlü aktiviteye sahiptir. Patojen, hastalığa neden olan her türlü organizma ve maddeye verilen isimdir (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Patojen>, 2011).

Calabretta ve ark. (2007) polimer veya substrat yüzeyindeki AMP'lerin lokalleştirilmesiyle gücünün artacağını öne sürmüşlerdir. Bu amaçla PAMAM'dan elde edilen ince filmler ile PEG ve ligandlarla fonksiyonelleştirilmiş olanları incelemiştir. Çevresinde 117 amino grubu bulunduran 5. jenerasyon PAMAM dendrimerin amino gruplarının %43'ü 11 etilen glikol birimi içeren monodispers PEG zincirleriyle modifiye edilmiştir. Gram-negatif

patojen PA'nın aksine gram-pozitif patojen SA test edilen en yüksek konsantrasyonda (50µg/mL) PEG-PAMAM'a direnç göstermiştir. Bunun nedeni tam olarak bilinmemekte ancak SA'nın hücre duvarlarının daha kalın olmasından kaynaklanması muhtemeldir.

Ev sahibi dendrimerin içindeki misafir moleküllerin dağılımı benzersiz fiziksel ve kimyasal özellikler oluşturmaktadır. Dendrimer karboksilat tuzları dendrimerin çok sayıda aktif yüzey grubu bulundurması sonucu yüksek miktarda gümüş taşıyabilmektedir. Bu nanoskobik taşıma aracı dendrimerlerin içine metaller ve metal iyonları gibi biyoaktif maddelerin değişken konsantrasyonlarda yüklenmesi aracılığıyla sağlanabilmektedir. Dendrimer bileşiklerinin biyo-uyumluluğu laboratuvar ortamında ve canlı organizmada yapılan deneylerde teyit edilmiştir. Metaller dendritik yapıların terminal birimleri, dallanma merkezleri, yapı taşları, yapısal yardımcıları ve bağlantı elemanı gibi farklı pozisyonlarında hizmet verebilmektedir (Balogh ve ark. 2001).

Hem gümüş-dendrimer kompleksleri hem de nanokompozitler gümüşnitrat çözeltileriyle mukayese edilebilir veya daha iyi antimikrobiyal özellikler gösterebilmektedirler. Dendrimer yokluğunda klor ve sülfat iyonu içeren solüsyonla temas eden gümüş iyonları hızlı bir şekilde çözünmeyen gümüş tuzları şeklinde çökmektedirler. Dendrimerle birleştiklerinde gümüş iyonları stabil nanokompozitlere dönüşerek çözücüde çözünürlükleri artmaktadır (Balogh ve ark. 2001).

Hou ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada dendrimerin hem plankton hem de biyofilm yapılarında bakteri artışını engellediğini ortaya koymuşlardır.

Zhang ve ark. (2009) kitosanın polikatyonik yapısı nedeniyle çeşitli bakteri ve mantarlara karşı iyi bir antimikrobiyel etki göstermesinden yola çıkarak, HBP-NH₂'nin de benzer antimikrobiyel etkiye sahip olabileceğini düşünerek dayanıklı antimikrobiyal özelliklere sahip pamuklu kumaş elde etmek için HBP-NH₂'yi pamuklu kumaşa aşılamışlardır. Çalışmanın sonucu olarak HBP-NH₂ aşılanan kumaş *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterilerine karşı ard arda yapılan 20 yıkamada bile antimikrobiyal etkinlik göstermiştir.

Ghosh ve ark. (2010) antimikrobiyal özellik kazandırılmış poli(amidoamin) G3 dendrimerini geliştirmişlerdir. Geliştirilen dendrimerler Pamuk/Poliamid karışımı kumaşa uygulanmıştır. *Staphylococcus aureus* bakterisi ile yapılan antimikrobiyal testinde geliştirilen dendrimerlerin her tipinde önemli derecede biyosidal aktiviteler gözlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışması kapsamında tüm aplikasyon işlemleri Çerkezköy Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezi (METEM) laboratuvarlarında, boyalı kumaş numunesi üretilmesi işlemi ise TAMTEKS firmasında yapılmıştır.

3.1 Materyal

3.1.1 Kumaş

Deneylerde Çizelge 3.1’de özellikleri verilen haşılı sökülmüş ve ağartılmış pamuklu dokuma kumaş kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Deneylerde kullanılan kumaşın fiziksel özellikleri

Lif Cinsi	Pamuk	
Lif Oranı	% 100	
Dokuma Türü	1/2 Dimi	
Ağırlık (g/m²)	173	
	Atkı	Çözü
İplik Numarası (Ne)	30	30
Sıklık (tel/cm)	28	56

3.1.2 Su

Tüm denemeler yumuşak su (1,5 °dH) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.1.3 Yardımcı maddeler

Deneylerde Çizelge 3.2’de belirtilen Rudolf Duraner firmasına ait su ve yağ itici özellik kazandıran bitim işlemi yardımcı kimyasalları kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Deneylerde kullanılan su ve yağ itici bitim işlemi yardımcı kimyasalları

Ürün Adı	Ürün İçeriği
Rucostar EEE	Bir hidrokarbon matriks içerisinde aşırı dallanmış yapıda polimerik dendrimerler içeren florokarbon bitim işlemi maddesi
Ruco-Guard EPF 18352	Florokarbon polimeri
Ruco-Dry ECO	Süper dallanmış yapıda dendrimerler ve polimerler karışımı

3.1.4 Boyarmaddeler

Denemelerde Colourtex firmasına ait trikromi için önerilen vinilsülfon reaktif gruba sahip Corazol Yellow GR, Coralide Red B ve Corazol Blue BB boyarmaddeleri kullanılmıştır.

3.1.5 Cihaz ve makineler

KD-KC 300 marka ve model hassas terazi

WTW marka portatif pH metre

Ataç marka GK40 model gergefli kurutucu (mini ram makinesi)

Ataç marka FY350 model yatay fulard

Ataç marka SPR01 model su iticilik test cihazı

Ataç marka ATC-MD04-06-09 model aşınma ve boncuklanma test cihazı

KSV CAM-101 marka ve model temas açısı ölçüm cihazı

Perkin Emler Spektrum 100 marka ATR/FT-IR cihazı

X-Rite marka SP 78 model bilgisayarlı spektral fotometre

3.2 Yöntem

Bu tez çalışmasının ana hedefi dendrimer teknolojisi kullanılarak su ve yağ iticilik özelliğine sahip pamuklu fonksiyonel kumaş eldesidir. Ancak bunun yanı sıra, aromaterapi özelliğine sahip pamuklu fonksiyonel kumaş eldesi ve antimikrobiyal özelliğe sahip pamuklu fonksiyonel kumaş eldesi üzerine de çalışılmıştır. Bu nedenle, gerçekleştirilen deneysel

çalışmalara ait yöntemler 3 grup altında ayrı ayrı verilmektedir.

3.2.1 Su ve yağ iticilik özelliğine sahip pamuklu fonksiyonel kumaş eldesine ilişkin denemeler

Kumaşlara su ve yağ iticilik özelliği kazandırmada klasik florokarbon bazlı ürünlerin yerine dendrimer bazlı ürünlerin geçip geçemeyeceğini ve florokarbon içerisine dendrimer eklenmesi durumunda elde edilen su ve yağ iticilik etkisinin ve bunun kalıcılığının artıp artmayacağını görmek amacıyla çalışmada Rudolf Duraner firmasına ait;

- Florokarbon esaslı
- Dendrimer esaslı ve
- Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı

3 ticari ürün kullanılmıştır.

Aplikasyon işlemleri fulardda AF %80 ve flotte pH'ı 5-5.5 (Asetik asit ile) olacak şekilde emdirme sonra kurutma (85°C'da 4 dak.) ve en son fiksaj şeklinde gerçekleştirilmiştir. İşlem koşullarının optimizasyonunda,

- Konsantrasyon (g/L): 20-40-60
- Fiksaj sıcaklığı (°C): 140-150-160
- Fiksaj süresi (dak.): 1-2-3

parametreleri incelenmiştir. Daha sonra kumaş numunelerine su iticilik testleri yapılmıştır. Su iticilik testleri yıkamasız ve 1-5-10 yıkama sonrası olarak 4 farklı numuneye uygulanmıştır. Ayrıca yıkama dayanımları her yıkama sonrası kumaş numunelerine ütüleme yapılarak ve yapılmadan olmak üzere 2 farklı şekilde uygulanmıştır.

Aynı şekilde hazırlanan diğer kumaş numuneleri için yağ iticilik testleri de yapılmıştır. Yağ iticilik testleri de yıkamasız ve 1-5-10 yıkama sonrası olarak 4 farklı numuneye uygulanmıştır. Ayrıca yıkama dayanımları her yıkama sonrası kumaş numunelerine ütüleme yapılarak ve yapılmadan olmak üzere 2 farklı şekilde uygulanmıştır.

Su ve yağ iticilik testleri genel olarak tüm deney numunelerine uygulanarak her ürün için optimum koşullar saptandıktan sonra, optimum koşullarda işlem görmüş ve işlemsiz numunelere martindale aşınma testi, temas açısı ve FT-IR ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca, bütün çalışmaların beyaz kumaş üzerinde yapılmış olmasına karşın, söz konusu kimyasalların boyalı bir kumaşa uygulanması durumunda renk üzerinde olumsuz bir etkisinin olup olmayacağını saptamak amacıyla, ağartılmış kumaş numunelerine pad-batch yöntemine göre 30 g/L konsantrasyonda sarı, kırmızı ve mavi reaktif boyarmaddelerle boyamalar yapılmıştır.

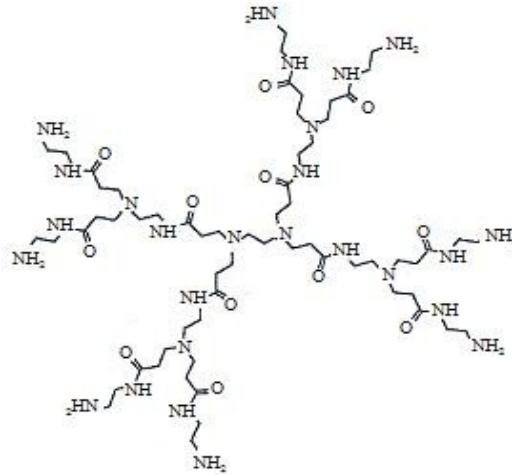
Boyama işlemleri TAMTEKS firmasında 30 g/L boyarmadde, 2 mL/L ıslatıcı (Colorcontin MCD), 50 mL/L silikat ve 10,2 mL/L kostik (48°Be) içeren flotte ile AF %100 olacak şekilde fulardda emdirme → oda sıcaklığında 16 saat süre ile bekletme şeklinde pad-batch yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Boyama sonrası kumaş numunelerine sırasıyla soğuk su ile taşar durulama → sıcak durulama → sıcak durulama → soğuk su ile taşar durulama (akmayıncaya kadar) yapılmış ve kumaş numuneleri oda sıcaklığında kurutulmuştur.

3.2.2 Aromaterapi özelliğine sahip pamuklu fonksiyonel kumaş eldesi

Tez çalışmasının 2. bölümünde dendrimerlerin yapılarındaki dallar arasındaki boşluklara çeşitli molekülleri kapsülleyebilme özelliğinden yararlanılarak aromaterapi özelliğine sahip fonksiyonel pamuklu kumaşların üretimi üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla pamuklu kumaşlara dendrimer aplikasyonu yapılmış ve ardından dendrimerle ön işlem görmüş ve görmemiş kumaş numunelerine literatürde rahatlatıcı etkisi olduğu belirtilen lavanta esansı applike edilmiştir. Dendrimerle işlem görmüş ve işlemsiz numuneler üzerinde lavanta kokusunun zamana ve yıkama işlemlerine bağlı olarak kalıcılığı test edilmiştir.

Bu deney grubunda ticari dendrimer ile değil, yapısı Şekil 3.1'de verilen NKUBAP 00.17.YL.10.30 numaralı BAP projesi kapsamında temin edilmiş olan, Sigma-Aldrich firmasına ait amin uç gruplarına sahip 1. jenerasyon PAMAM dendrimerler kullanılmıştır. Literatürde bu dendrimerlerin pamuk liflerine aldehit grupları üzerinden bağlandığı, bu nedenle de pamuk liflerindeki alkol gruplarının yükseltgenerek aldehit gruplarına dönüştürülmesi için dendrimer aplikasyonu öncesi oksidatif madde ile ön işlem yapılması

gerektiği belirtilmektedir (Zhang ve ark., 2008). Bu nedenle kumaş numuneleri önce 2 g/L sodyumperiyodat ile pH 5,5'ta (asetik asit ile) 50°C'da 30 dak. muamele edilmiş ve soğuk su ile durulama işleminden geçirilmiştir. Ardından % 0,25 saf dendrimer ile pH 5'te (asetik asit ile) 50°C'da 15 dak. işlem görmüş ve tekrar soğuk su ile durulama işlemine tabi tutulmaktadır.



Şekil 3.1. Amin uç gruplarına sahip PAMAM dendrimerlerinin yapısı

Koku aplikasyonunda kullanılan flote 1:20 oranında koku esansı:etil alkol karışımı ile hazırlanmıştır. Daha sonra işlemsiz ile optimum koşullarda oksidatif ön işlem ve ardından dendrimer ile işlem görmüş kumaşlara laboratuvar tipi fulardda AF %80 olacak şekilde emdirme yöntemine göre koku aplikasyonu yapılmıştır. Daha sonra bu kumaşlar oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kokuların zamana bağlı kalıcılığını saptamak amacıyla numunelere başlangıç - 1.hafta - 2. hafta - 4. hafta (1. ay) – 8. hafta (2. ay) koku testi uygulanmıştır.

3.2.3 Antimikrobiyal özelliğe sahip pamuklu fonksiyonel kumaş eldesi

Çalışmanın bu bölümünün amacı, kumaş üzerine HBP-NH₂ aşılıyarak dayanıklı antimikrobiyal özelliklere sahip pamuklu kumaş elde etmektir. Bunun ötesinde, dendrimer esaslı su iticilik ürününün sağladığı antibakteriyel etkinin antibakteriyellik apresinde kullanılan ticari ürünler kadar etkili olup olamayacağını gözlemlemek amacıyla, yine Rudolf

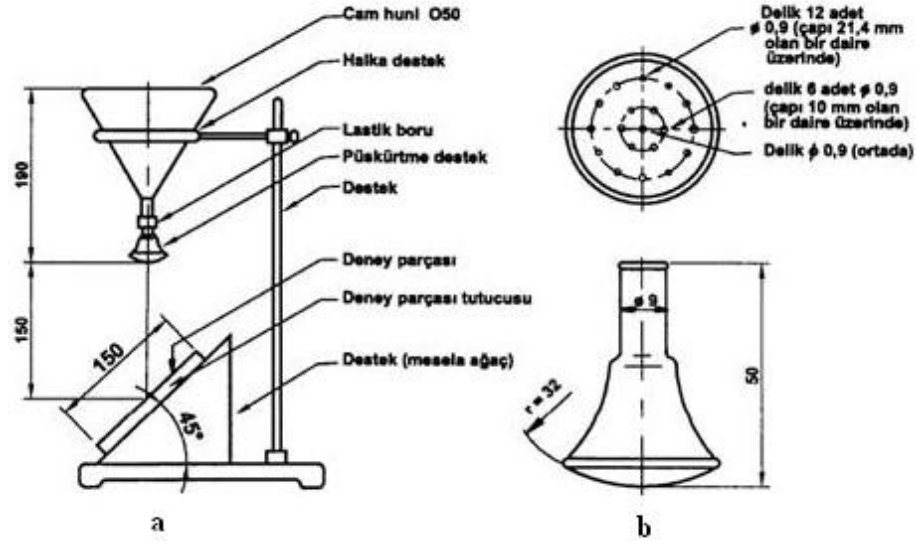
Duraner firmasına ait “inorganik tuzlar ve yüzeyaktif maddelerin karışımı” esaslı Ruco-Bac AGP isimli ürün referans olarak kullanılmıştır.

Aplikasyon işlemleri fulardda AF %80 ve flotte pH'ı 5-5.5 (Asetik asit ile) olacak şekilde emdirme sonra kurutma (85 °C'da 4 dak.) ve en son fiksaj (140°C'da 3 dak.) şeklinde gerçekleştirilmiştir. Kullanım miktarları ise dendrimer esaslı ürün için 60 g/L, antibakteriyel ürün için 5 g/L'dir. Dendrimer esaslı ürünün kullanım miktarı seçilirken, hedef tek bir ürün ile hem su iticilik hem antibakteriyellik etkisini aynı anda sağlamak olduğundan, önceki bölümlerde yapılan geniş çaplı optimizasyon çalışmaları sonrası dendrimer esaslı ürün için optimal konsantrasyon olarak saptanmış bulunan 60 g/L seçilmiştir. Başka bir deyişle, bu çalışmanın amacı dendrimer esaslı ürün ile antibakteriyellik eldesi için optimum koşulların saptanması olmayıp, dendrimer esaslı ürün ile optimal su iticilik elde edilebilecek koşullarda aynı zamanda bir antibakteriyellik etkisinin de elde edilip edilemeyeceğini ortaya koymaktır. Antibakteriyellik testleri agar difüzyon metodu ile AATCC 147 standardına göre yıkamasız ve 5 ile 10 yıkama sonrası olmak üzere 3 farklı numuneye uygulanmıştır. HBP-NH2 aşılı pamuklu kumaşın Gram-negatif (*Klebsiella pneumoniae*) ve Gram-pozitif bakteri (*Staphylococcus aureus*)'a karşı antibakteriyel aktivitesi ölçülmüştür.

3.3 Değerlendirmede Kullanılan Test Yöntemleri

3.3.1 Su iticilik testi

Su iticilik testi için kumaş numunelerine ISO 4920 standardına göre sprey testi uygulanmıştır. Sprey testinde, standart örnek fotoğraflara bakılarak damlaların yüzeyde yaptığı ıslanma etkisine göre not verilmektedir. Şekil 3.2'de görüldüğü gibi belli çapta ve sayıda damlatma deliği olan bir huniye konulan 250 mL su, 25-30 saniyede 150 mm. yükseklikten, 45° eğimli, hafif gergin durumdaki örnek yüzeyine boşaltılarak buradaki ıslanma şekline göre (damlaların yüzeye tutunma durumuna göre) fotoğraflarla karşılaştırılarak değerlendirme yapılmaktadır. Bu değerlendirme skalasına göre sonuçlar 0'dan 5'e veya 0'dan 100'e doğru puanlanmaktadır. En kötü değer “0”, en iyi değer “5” veya “100” olarak puanlanmaktadır.



Şekil 3.2. a. Su iticilik püskürtme deney cihazı b. Püskürtme başlığı

3.3.2. Yağ iticilik testi

Yağ iticilik testleri ISO 14419 standardına göre yapılmıştır. Bu test yönteminde, farklı yüzey gerilimlerine sahip sıvı hidrokarbonlar kumaş yüzeyine damlatılmakta ve yüzeyi ıslatma durumları görsel olarak değerlendirilmektedir. Öncelikle 1 numaralı test sıvısı kumaş yüzeyinde 5 farklı noktaya damlatılmaktadır. Eğer 5 damlanın 3'ü kumaşı ıslatmazsa, 2 numaralı test sıvısı damlatılarak aynı işlem tekrar edilmektedir. Daha sonra kumaşta ıslanma gözlenene kadar diğer test sıvıları sırasıyla damlatılmaktadır. Kaç numaralı sıvıda ıslanma meydana gelirse ondan bir önceki sıvının numarası bize kumaşın yağ iticilik değerini vermekte olup, en yüksek değer 8'dir. Bir kumaşın yağ itici özellikte olduğunu söyleyebilmemiz için testlerden 5 ve üzeri bir sonuç almış olması gerekir. Testte kullanılan sıvıların özellikleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Yağ iticilik testinde kullanılan standart test sıvıları ve yüzey gerilimleri
(<http://www1.gantep.edu.tr>, 2011)

Bileşim	Test Sıvı Numarası	Yoğunluk kg/L	Yüzey gerilimi N/m (25 °C)
Beyaz mineral yağ	1	0.84-0.87	0,0315
65:35 beyaz mineral yağ:n-heksadekan (hacimsel yüzde)	2	0.82	0,0296
n-heksadekan	3	0.77	0,0273
n-tetradekan	4	0.76	0,0264
n-dodekan	5	0.75	0,0247
n-dekan	6	0.73	0,0235
n-oktan	7	0.7	0,0214
n-heptan	8	0.69	0,0148

3.3.3 Yıkama testi

Kumaş numunelerinde sağlanan su, yağ ve kir iticilik etkileri ile antimikrobiyalite etkisinin yıkamaya karşı dayanıklılığı yapıp tekrarlı yıkamalarla test edilmiştir. Yıkamalar 30°C’da 40 dak. 4g/L ECE Fosfatsız referans deterjan kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.4 Martindale aşındırma testi

Su ve yağ iticilik açısından optimum sonuçları veren numunelerin su ve yağ iticilik etkisinin aşınmaya karşı dayanıklılığı test edilmiştir. Kumaşlara Martindale Aşınma Test cihazında önce 500 devir aşındırma ardından 1000 devir aşındırma uygulanıp iki farklı devirde elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır.

Aşındırma testi TSE EN ISO 12947-1 standardına göre yapılmıştır. Deney parçaları, kalıpla kesilerek hazırlanmakta ve tutturucuya yüzü aşağıya gelecek şekilde yerleştirilmektedir. Sonrasında aşındırmak için kullanılan yün keçe ise aşındırma masalarının üzerine, aşındırıcı kumaşa keçe üzerine yerleştirilmekte olup, sıkma bileziği takılarak keçe ile aşındırıcı kumaş sıkıca bağlanmaktadır. Kumaşın aşındırıcı yüzey ile (standart kumaş) birbirine bir lissajous (daireden elipse doğru değişen bir hareketin oluşturduğu desen) deseni

oluşturan öteleme hareketi ile aşındırılmaktadır.

3.3.5 Temas açısı ölçümü

Temas açısının ölçümü KSV CAM-101 cihazı ile İstanbul Tekstil Araştırma Merkezinde hizmet alımı yoluyla yaptırılmıştır. Kumaş yüzeyine 20°C ortam sıcaklığında bir damla saf su damlatılmakta ve yüksek çözünürlüklü bir kamera ile kumaş yüzeyine düşen damlanın görüntüsü çekilmektedir. Çekilen görüntü üzerinden bilgisayar yardımıyla damlanın yüzeyle yaptığı açı hesaplanmaktadır.

3.3.6 FT-IR ölçümleri

FT-IR analizlerinde Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezinde bulunan Şekil 3.3'de görülen Perkin Emler Spektrum 100 marka ATR/FT-IR cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan FT-IR cihazı ve ATR düzeneği

Çizelge 3.4'de ise işlem görmemiş pamuklu kumaşın transmittans pikleri verilmiştir.

Çizelge 3.4. İşlem görmemiş pamuklu kumaşın kızılötesi transmittans pikleri (cm⁻¹)

İşlemsiz	Olası Karşılığı
3330-3340	OH piki
2895-2905	CH ₂ ve CH ₃ piki
1630-1640	Absorblanmış su
1420-1430	
1355-1365	C-H ve CH ₂ piki
1330-1340	
1310-1320	
1155-1165	C-C piki, Selüloz ve hemiselülozdaki antisimetrik C-O-C piki
1100-1110	
1050-1060	C-OH piki

3.3.7 Renk verimi ve CIEL*a*b* değerlerinin tespiti

Boyama renk verimini tespit edebilmek amacıyla boyanmış kumaşların 400-700 nm'lik spektral bölgede ve maksimum absorpsiyon (minimum remisyon) dalga boyunda % R (remisyon) değerleri ölçülmüştür. X-Rite marka SP 78 model bilgisayarlı spektral fotometrede numunenin çubuk yönünde 3 farklı yerinden ölçümler yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınarak Kubelka/Munk formülü yardımıyla K/S değerleri hesaplanmıştır.

Kubelka/Munk formülüne göre;

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

R=Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki reflektans değeri

K=Absorpsiyon katsayısı

S=Yayıma katsayısı

Ayrıca numuneler için L*, a* ve b* değerleri spektral fotometre ile ölçülmüş ve aşağıdaki formül yardımıyla ait olduğu deney grubu için belirlenmiş referansa (standarda) göre toplam renk farklılığı (ΔE) değerleri hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$$

L*: Açıklık/koyuluk değeri (+ daha açık, - daha koyu)

a*: Kırmızılık/yeşillik değeri (+ daha kırmızı, - daha yeşil)

b*: Sarılık/mavilik değeri (+ daha sarı, - daha mavi) (Duran 2001)

3.3.8 Koku testi

Koku testi SNV 195651'e göre yapılmıştır. Buna göre; her test için kumaş numunesi 10 kişiye koklatılarak ve bu kişilerden 1-5 arası bir not vermeleri istenmiştir. Daha sonra 10 kişinin verdiği değerlerin ortalaması alınmıştır. Skala olarak 1-5 arası değerlendirme kullanılmış olup, koku skalası şu şekildedir;

1: Kokusuz, 2: Hafif kokulu, 3: Orta kokulu, 4: Fazla kokulu, 5: Aşırı kokulu

3.3.9 Antimikrobiyal test

Antimikrobiyal testleri AATCC 147 standardına göre EKOTEKS Laboratuvarında yapılmıştır. Bu test metodu ile mevcut kumaşın antibakteriyel etki gösterip göstermediği belirlenmektedir. Bu teknik kullanılarak yapılan testler ile kalitatif (nitel) sonuçlara ulaşılmaktadır. Bu test sistemi bakteriyostatik etkilerin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Antibakteriyel aktiviteleri gözlenecek kumaş numuneleri, üzerinde başka mikro organizmalar olma ihtimali yüksek olduğu için öncelikle sterilizasyon işlemine tabii tutulmaktadır. Bu işlem 121°C'da ve 1 atm basınç altında 15 dakika süresince otoklav yardımıyla yapılır. Sterilizasyon sonucunda kumaş üzerinde bulunma ihtimali yüksek olan yabancı mikro organizmaların yok edilmesi hedeflenerek testin güvenilirliği artırılmaktadır (Altınok 2008).

ATCC 6538 kodlu gram pozitif *Staphylococcus aureus* (S. aureus) bakterisi ve ATCC 4352 kodlu gram negatif *Klebsiella pneumoniae* (K. pneumoniae) bakterileri ile hazırlanan bakteri konsantrasyonu, içerisinde nutrient Broth Agar bulunan petri kaplarına paralel çizgiler halinde aşılanmaktadır. Aktivitesi tespit edilmek istenen kumaş 2,5 x 5 cm boyutlarında

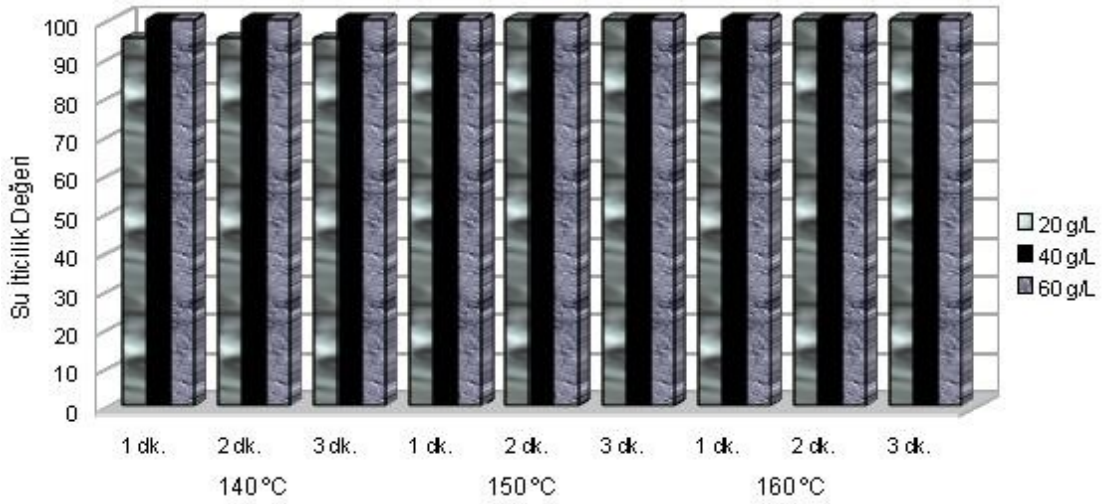
kesilerek; aşılanan bakteri kolonileri ile temas edecek şekilde yerleştirilmektedir. Bakteriler kumaş üzerinde kolaylıkla üreyebilsinler diye 37°C'da 48 saat süre ile etüvde bekletilmektedir. 48 saatlik sürenin ardından, bakteriler kumaş üzerinde bulunmuyorsa; tekstil yüzeyinin antibakteriyel özellik gösterdiği anlamına gelmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

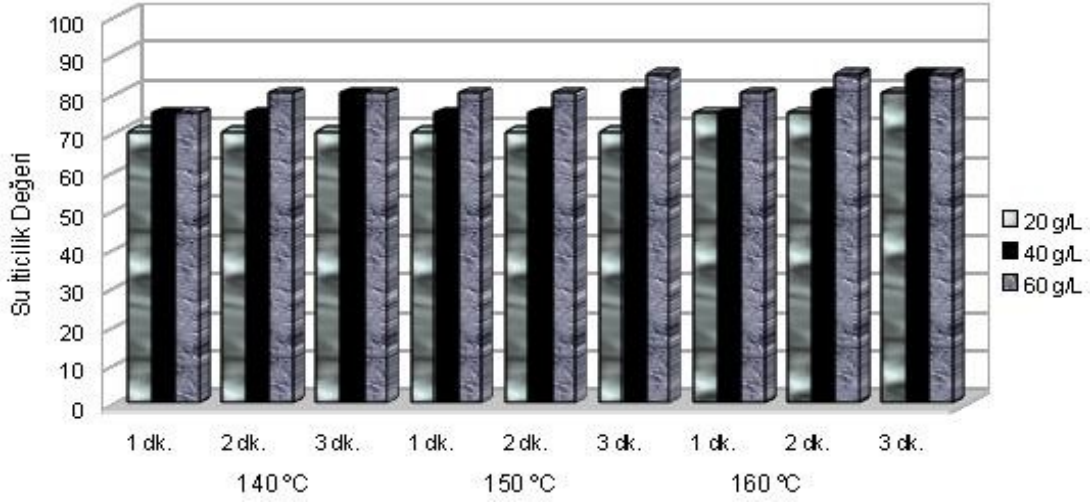
4.1 Su ve Yağ İticilik Özelliğine Sahip Pamuklu Fonksiyonel Kumaş Eldesine İlişkin Denemelere Ait Sonuçlar

4.1.1 Su iticilik testlerine ilişkin sonuçlar

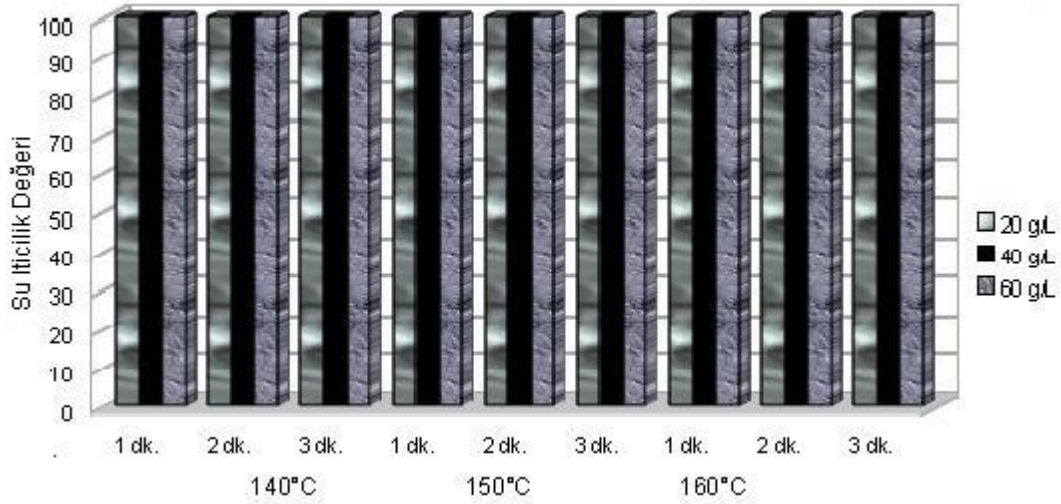
Florokarbon, dendrimer ve florokarbon/dendrimer esaslı 3 farklı ticari ürün ile yapılan denemelere ilişkin su iticilik testi sonuçları Şekil 4.1- 4.3’de verilmektedir.



Şekil 4.1. Florokarbon esaslı ticari ürün ile işlem koşullarının (konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) optimizasyonuna ilişkin su iticilik test sonuçları



Şekil 4.2. Dendrimer esaslı ticari ürün ile işlem koşullarının (konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) optimizasyonuna ilişkin su iticilik test sonuçları

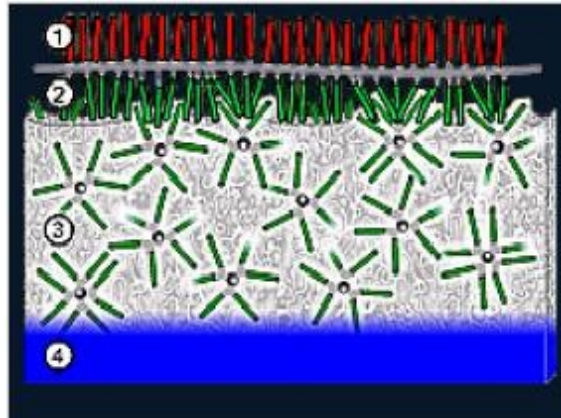


Şekil 4.3. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ticari ürün ile işlem koşullarının (konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) optimizasyonuna ilişkin su iticilik test sonuçları

Şekiller incelendiğinde su iticilik etkisi açısından ürünlerin en düşük etkiliden en yüksek etkiliye doğru, dendrimer esaslı ürün < florokarbon esaslı ürün < florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürün şeklinde olduğu görülmektedir. Florokarbon esaslı su iticilik maddesi kullanıldığında su iticilik değeri olarak 100 elde edebilmek için optimum koşulların 20 g/L konsantrasyon ve 150°C'da 1 dak. fiksaj olduğu görülmekte, konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı veya süresinin arttırılmasının elde edilen su iticilik üzerinde çok önemli bir fayda sağlamadığı anlaşılmaktadır. Oysa dendrimer bazlı üründe en yüksek 80 değerine 20 g/L konsantrasyon ve 160°C'da 3 dak. fiksaj yapılması ile veya 40 g/L konsantrasyonda

çalışıldığında 160°C’da 3 dak. fiksaj yapılması ile ulaşılabilir. Ancak elde edilen su iticilik etkisi yine de florokarbon esaslı üründen düşük olmaktadır.

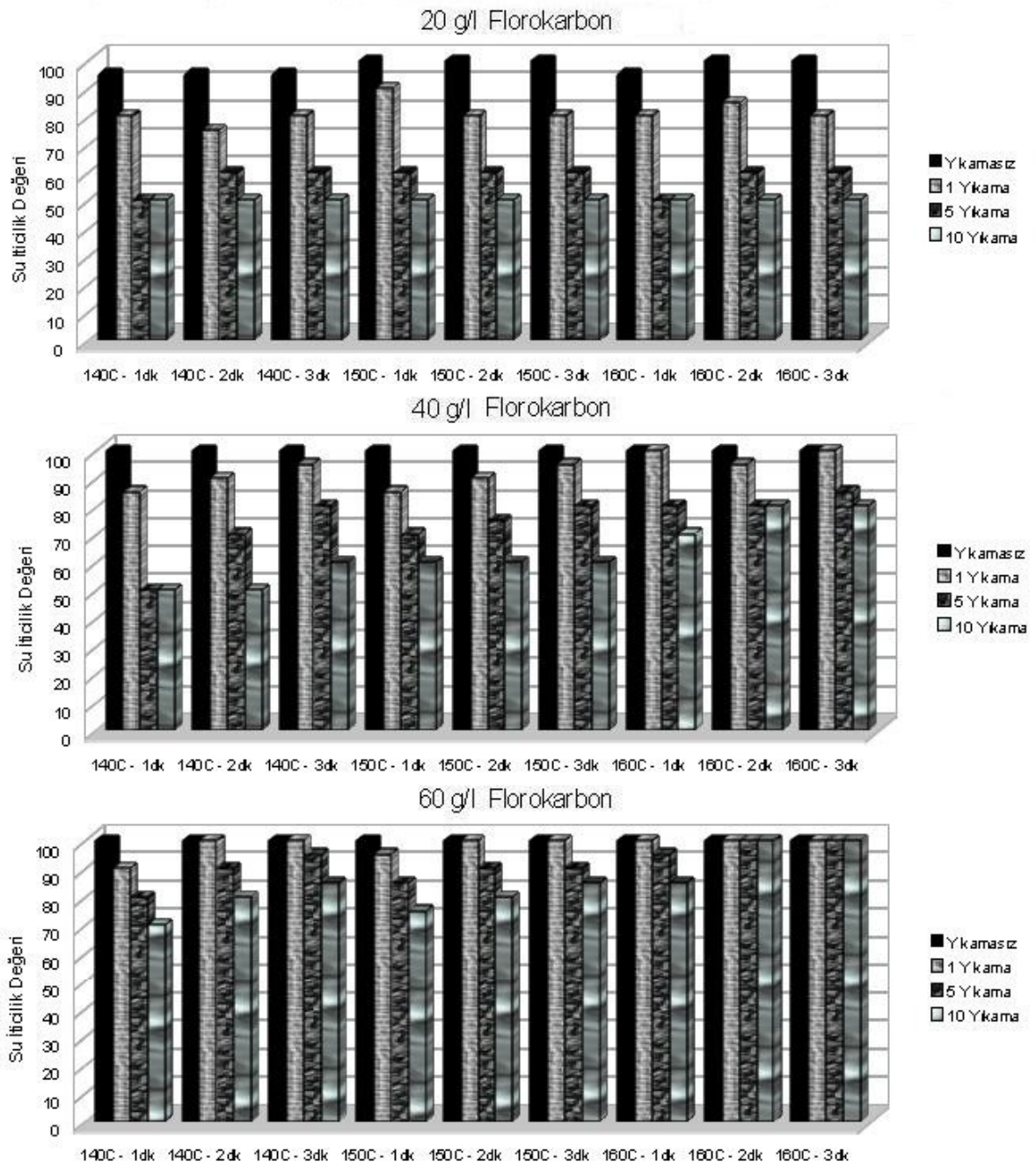
Asıl ilginç olan husus florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürün kullanıldığında sinerjetik bir etki ortaya çıkarak düşük konsantrasyon (20 g/L), fiksaj sıcaklığı (140°C) ve süresinde (1 dak.) bile en yüksek iticilik değerlerinin (yani 100) elde edilebilir olmasıdır. Dendrimer varlığında florokarbon zincirinin kumaş yüzeyinde fırça kılı gibi yönlendirilmiş yerleşimi artmakta (Şekil 4.4) ve bu nedenle tek başına florokarbon esaslı ürünle elde edilenden daha iyi sonuçlar elde edilebilmektedir.



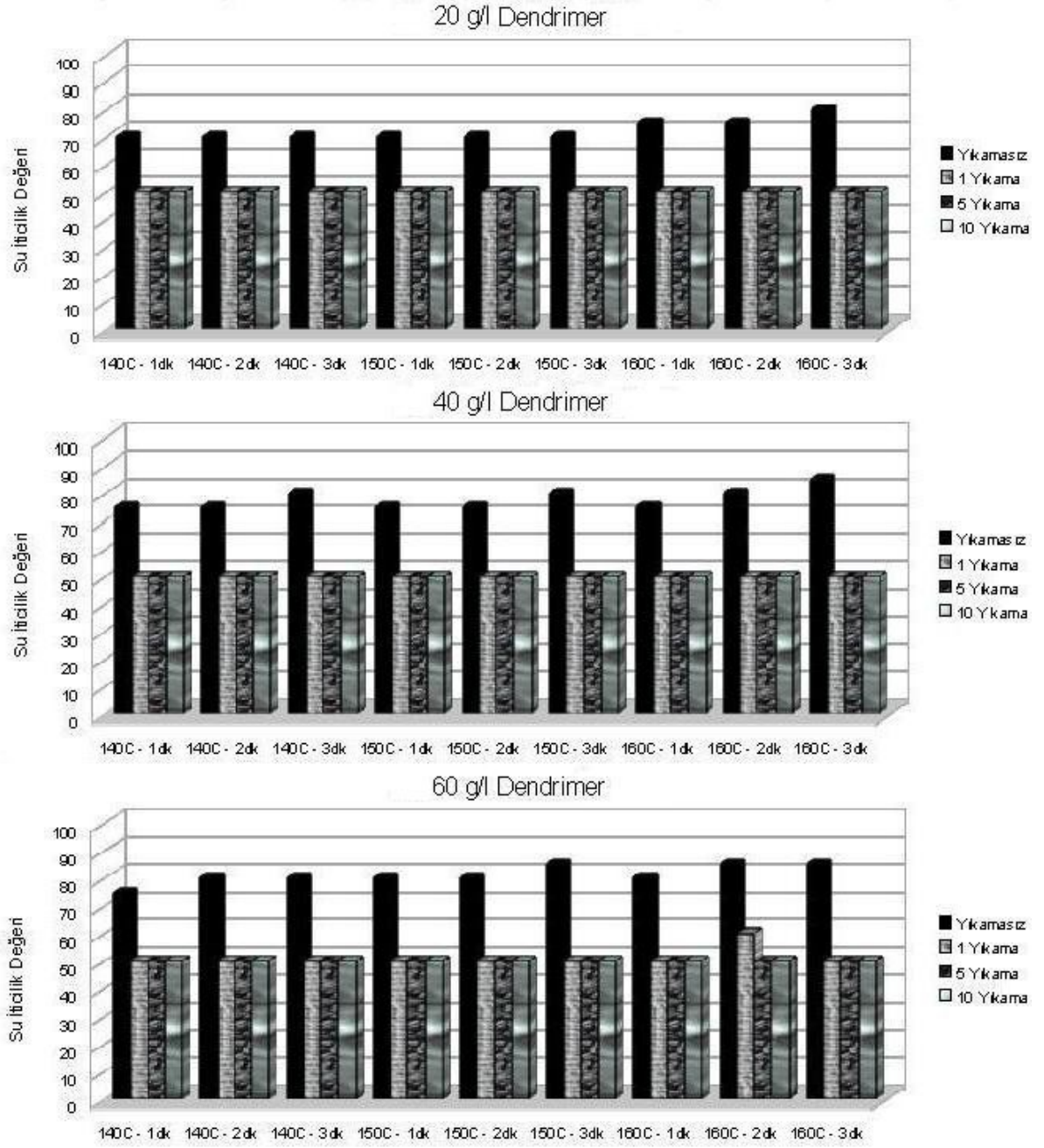
Şekil 4.4. Dendrimerin tekstil yüzeyi üzerinde oryantasyonu
(1: Florokarbon zinciri, 2: Hidrokarbon zinciri, 3: Dendrimer, 4: Kumaş yüzeyi)
(www.rudolf.de, 2010)

Sancaktaroğlu (2008) tarafından yapılan çalışmada kullanılan florokarbon/dendrimer esaslı ürün hidrokarbon matriks ve dendrimer içermektedir. Rudolf Chemie tarafından patentlenmiş ürün içindeki bu dendrimerler çok sayıda CH₃-gruplu hidrofobik uç kısımlar bulundurmaktadır. Hidrokarbon matrikste ısı işlemler sırasında düzgün dizilmiş ko-kristalizasyonu sağlayacak şekilde kendi kendine organize olmaktadır. Birbirlerini dendrimerlerle nano boyutta ko-kristalizasyon sağlayarak organize eden katkı maddelerinin yardımıyla su, yağ ve kir iticilik maksimum boyutta sağlanmaktadır (Sancaktaroğlu 2008). Bu da florokarbon/dendrimer karışımı üründe aynı etkiyi tek başına florokarbon içeren ürüne göre daha düşük konsantrasyonda ve/veya daha ılıman fiksaj koşullarında elde edebilmeyi sağlamaktadır. Bu durum kimyasal kullanımını azaltacağı gibi, enerji tasarrufu da sağlayacak

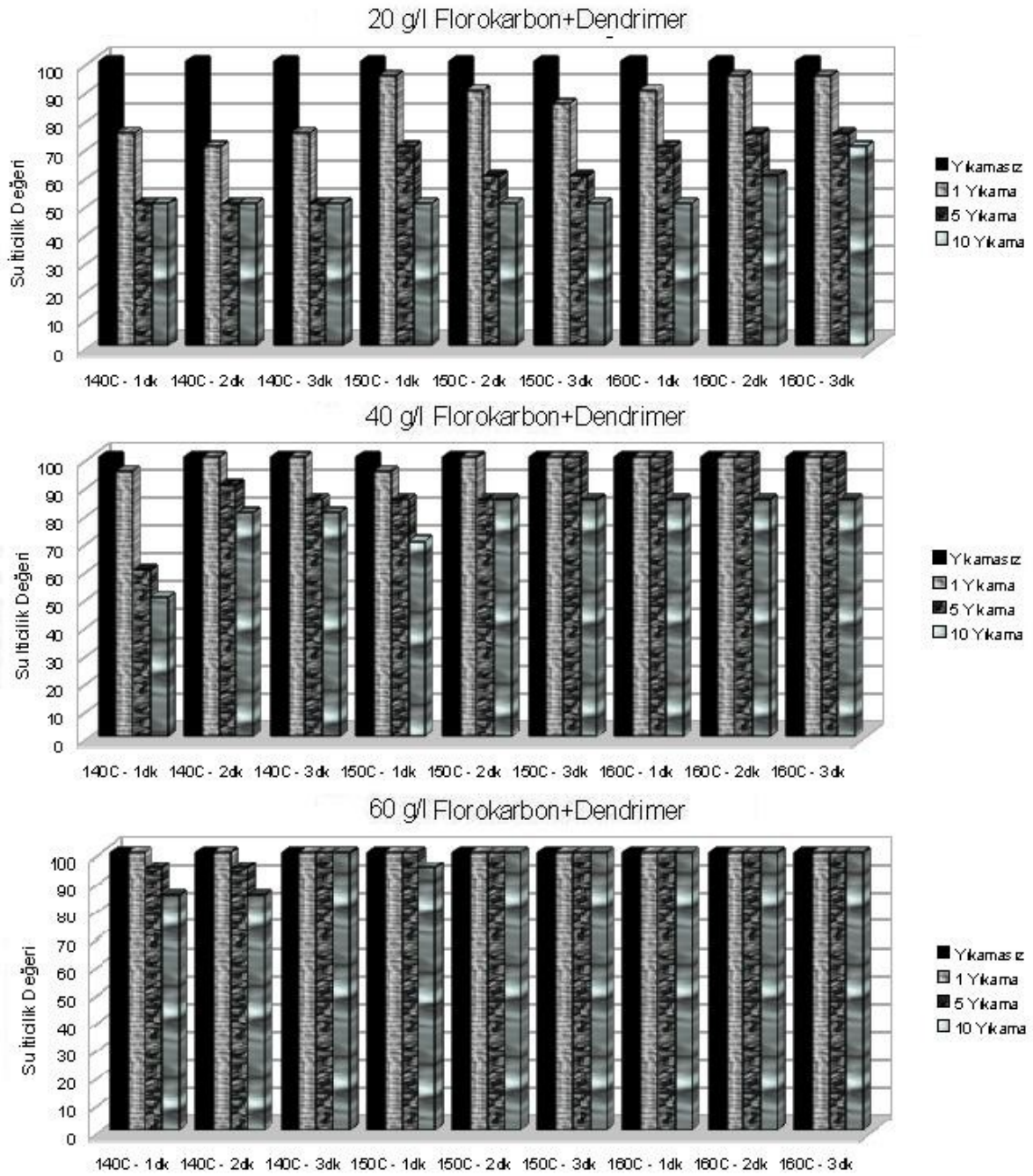
olup, ekonomik ve ekolojik üretimin önem kazandığı günümüz koşullarında su iticilik işlemlerinde konvansiyonel ürünlerin yerini dendrimer içeren ürünlerin alabileceği hususuna ışık tutmaktadır. Ancak kullanıcı açısından tekstil mamülünün yalnızca başlangıçtaki su iticilik özelliği önemli olmayıp, asıl olarak tekstil mamülünün kullanımı sırasında etkilerin tekrarlı yıkamalara karşı dayanıklı olması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla kumaş numunelerine 1-5-10 yıkama uygulanarak su iticilik değerleri test edilmiştir. Sonuçlar Şekil 4.5-4.7’de verilmektedir.



Şekil 4.5. Florokarbon esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş ütüsüz kumaş numunelerinin 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri



Şekil 4.6. Dendrimer esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş ütüsüz kumaş numunelerinin 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri



Şekil 4.7. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş ütüsüz kumaş numunelerinin 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri

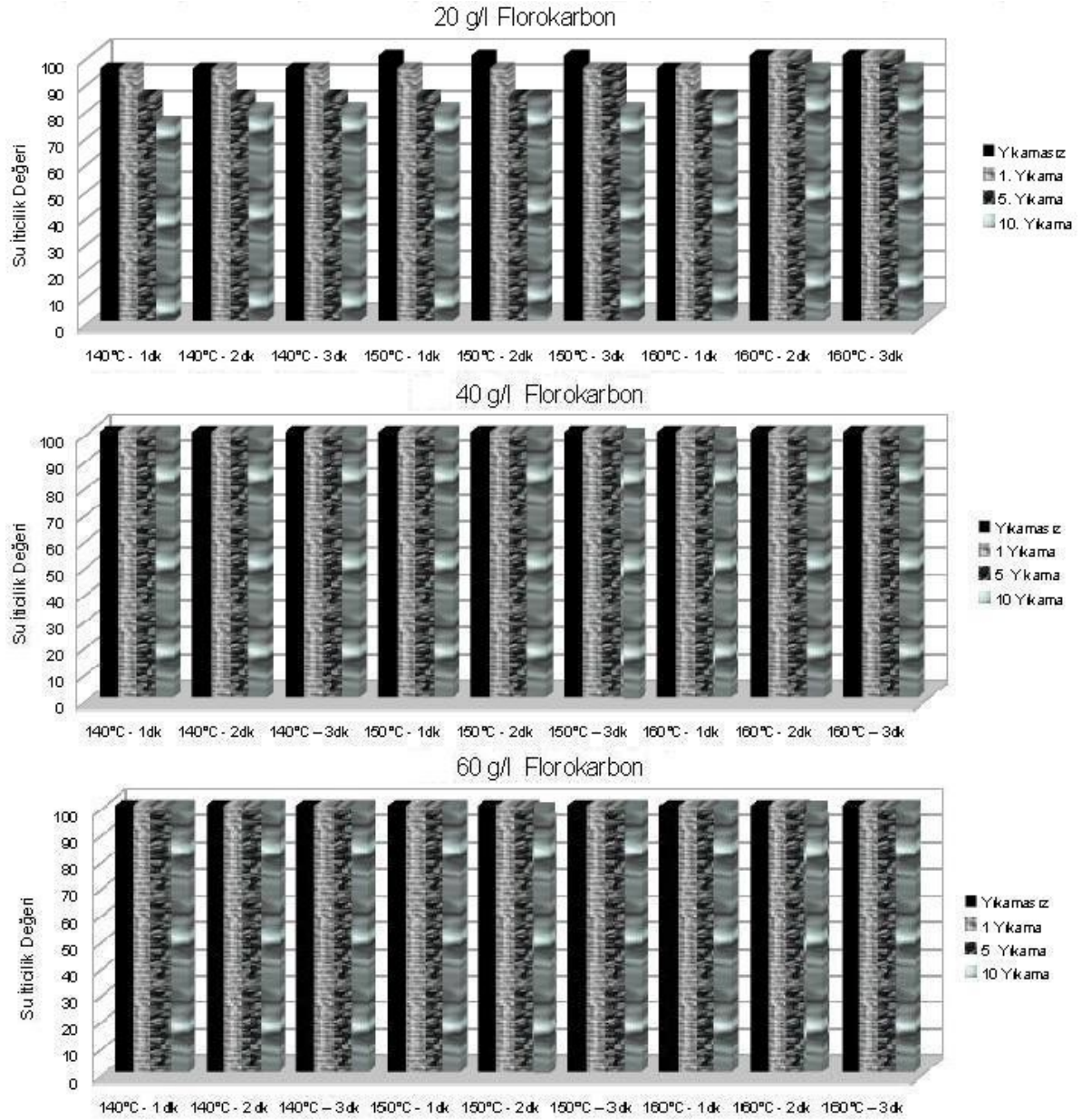
Kumaş numunelerine yıkama sonrası ütüleme yapılmadan ard arda 1-5-10 yıkama uygulandığında su iticilik değerlerindeki değişim incelendiğinde, genel olarak florokarbon esaslı üründe artan yıkama sayısına bağlı olarak su iticilik değeri giderek düşmektedir. Oysa dendrimer esaslı üründe ilk yıkama sonrası su iticilik değerinde keskin bir düşüş meydana

gelirken, su iticilik değeri artan yıkamalardan etkilenmemektedir. Benzer şekilde florokarbon/dendrimer esaslı üründe de 40 g/L'lik konsantrasyonda kullanıldığında artan yıkama sayısına bağlı olarak su iticilik değerindeki düşme azalmakta, hatta 60 g/L'lik konsantrasyonda kullanıldığında tümüyle ortadan kalkmakta, yani 10 yıkama sonrası bile su iticilik değeri 100 olarak başlangıç halini korumaktadır.

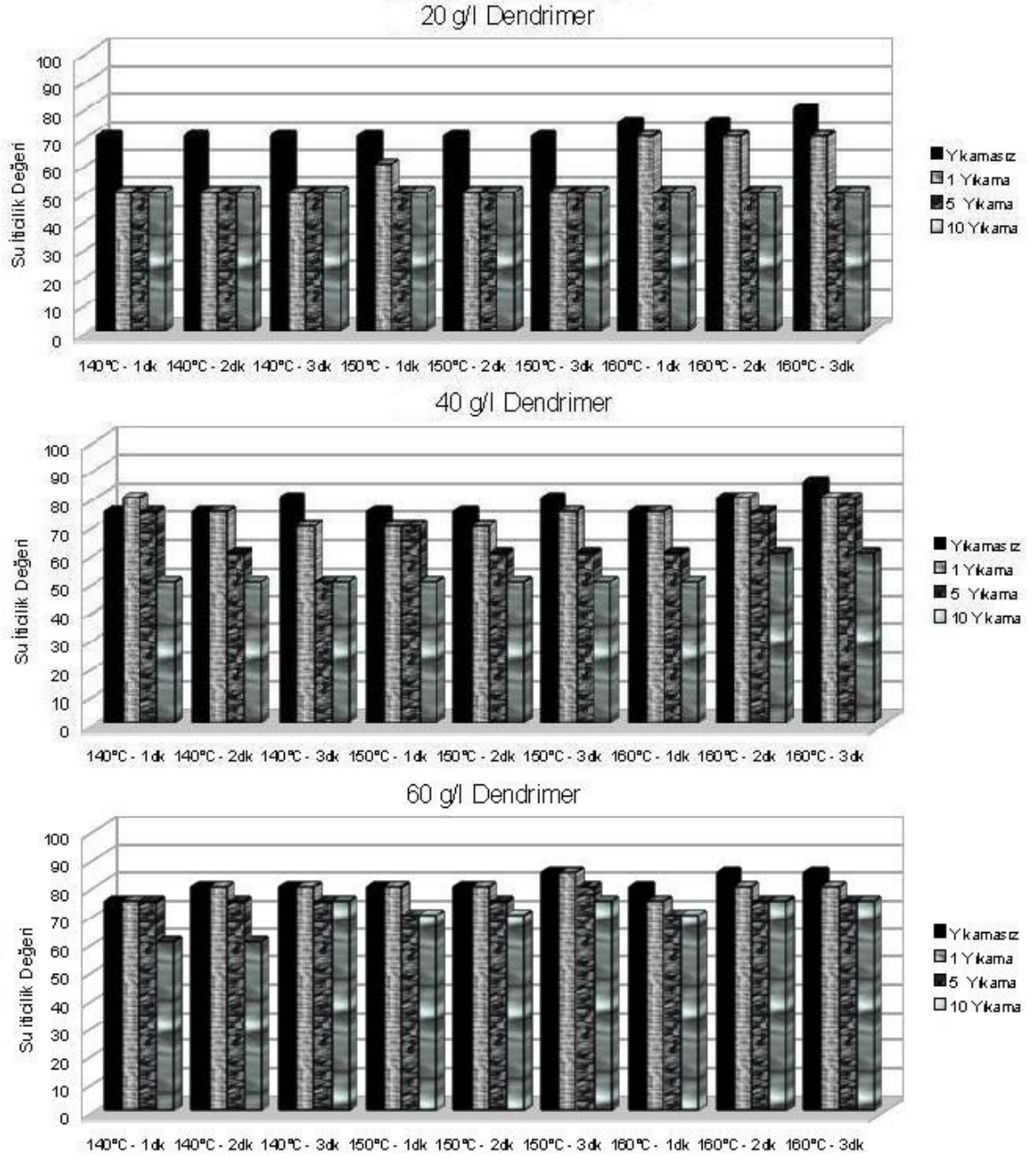
Literatürde de belirtildiği gibi yeterli fiksaj sağlanmasına rağmen, florokarbon bitim işlemi gören tekstil mamülleri yıkamadan sonra büyük oranda etki kaybına maruz kalmaktadırlar. Bunun nedeni florokarbon polimerlerinin yıkama makinasında olumsuz koşullara maruz kalmalarıdır. Yüzey aktif maddeler, özellikle polar ortam sağlayan su ve en az 40°C sıcaklık mekanik etkenlerin etkisiyle birleşince oryante olmuş florokarbon zincirlerinin uçlardan tekstil mamül yüzeyine gömülmesine ve büyük oranda düzgün yerleşimlerinin bozulmasına neden olmaktadır (Duschek 2001). Bu da florokarbon esaslı ürünle elde edilen su iticilik etkisinin yıkamaya bağlı olarak düşmesinin nedenini açıklamaktadır.

Yıkamalar sonrası ütüleme yapılmadan gerçekleştirilen tekrarlı 10 yıkama sonucunda bile 100 su iticilik değeri florokarbon esaslı ürünle 60 g/L konsantrasyonda 160°C'da 2 dak. fiksaj yapılarak elde edilebilirken, florokarbon/dendrimer karışımı üründe 60 g/L konsantrasyonda 140°C'da 3 dak. elde edilebilmektedir. Tek başına dendrimer esaslı ürünle ise 10 yıkama sonucunda en fazla 50 su iticilik değeri, 20 g/L konsantrasyon ve 140°C'da 1 dak. fiksaj koşullarında elde edilebilmektedir.

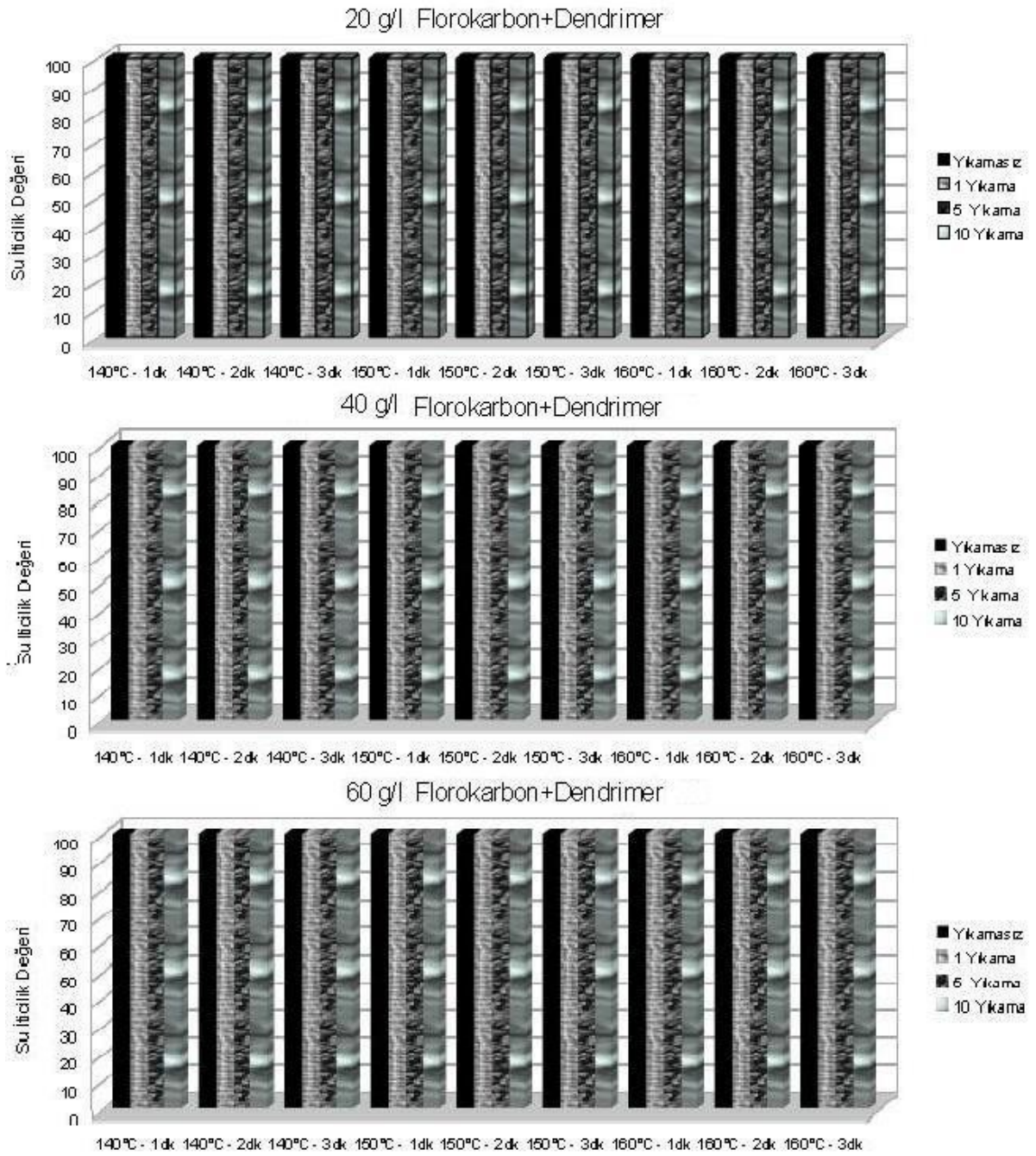
Normalde kullanıcılar tekstil mamüllerini her yıkama sonrası yeniden kullanmadan önce ütülemektedir. Bu nedenle her yıkama sonrası ütüleme işlemi yapılarak da su iticilik değerlerinin yıkama sayısına (1-5-10 yıkama) bağlı değişimi incelenmiştir. Sonuçlar Şekil 4.8-4.10'da verilmektedir.



Şekil 4.8. Florokarbon esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş kumaş numunelerinin arada ütöleme yapılarak 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri



Şekil 4.9. Dendrimer esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş kumaş numunelerinin arada ütöleme yapılarak 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri



Şekil 4.10. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ticari ürün ile çeşitli koşullarda işlem görmüş kumaş numunelerinin arada ütöleme yapılarak 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri

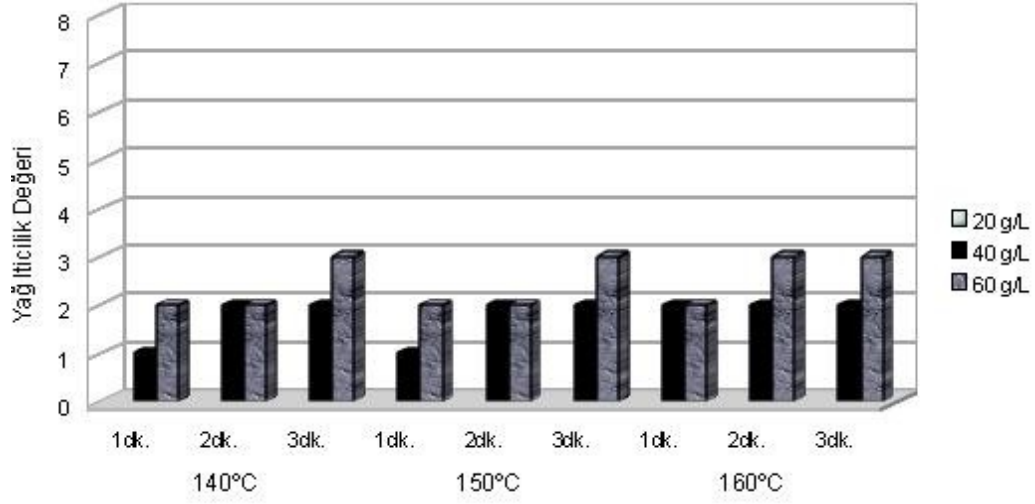
Sonuçlar incelendiğinde her üç üründe de arada ütöleme yapılarak gerçekleştirilen tekrarlı yıkamalarda elde edilen su iticilik değerlerinin ütöleme yapılmaksızın gerçekleştirilene kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca tekrarlı yıkamalara bağlı

olarak su iticilik değerlerindeki dūşūşler de azalmaktadır. Literatürde basit bir ütöleme işlemini uygulanarak florokarbon zincirlerinin ergime sıcaklığına ulaşılıp yeterli oranda organize olmaları ve eski iticilik performans seviyelerine ulaşmalarının sağlanabileceği belirtilmektedir (Duschek 2001) ki bu durum elde edilen sonuçların nedenini açıklamaktadır.

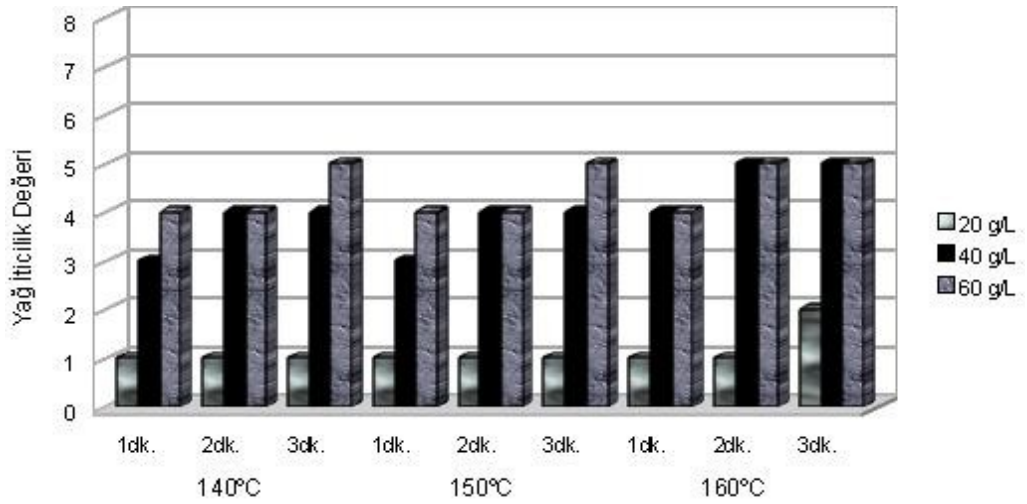
Yıkamalar sonrası ütöleme yapılarak gerçekleştirilen tekrarlı 10 yıkama sonucunda bile 100 su iticilik değeri florokarbon esaslı ürünle 40 g/L konsantrasyonda 140°C’da 1 dak. fiksaj yapılarak elde edilebilirken, florokarbon/dendrimer karışımı üründe aynı fiksaj koşullarında 20 g/L konsantrasyonda elde edilebilmektedir. aynı fiksaj koşullarında 20 g/L konsantrasyonda elde edilebilmektedir ki bu durumun nedeni yukarıda da açıklandığı üzere dendrimer varlığında florokarbon zincirlerinin lif yüzeyindeki yönlendirilmiş yerleşiminin artmasından kaynaklanmaktadır. Tek başına dendrimer esaslı ürünle ise 10 yıkama sonucunda en fazla 75 su iticilik değeri ancak 60 g/L konsantrasyon ve 140°C’da 3 dak. fiksaj koşullarında elde edilebilmektedir. Yani başlangıçtaki su iticilik etkisi daha düşük olan dendrimer bazlı ürünün doğal olarak tekrarlı yıkamalar sonrası da su iticilik değeri daha düşük olmaktadır.

4.1.2 Yağ iticilik testlerine ilişkin sonuçlar

Yapılan testlerde dendrimer esaslı ürünün yağ iticilik etkisi bulunmadığı saptanmış olduğundan, florokarbon ve florokarbon/dendrimer esaslı 2 farklı ticari ürün ile yapılan denemelere ilişkin yağ iticilik testi sonuçları Şekil 4.11 ve 4.12’de verilmektedir.



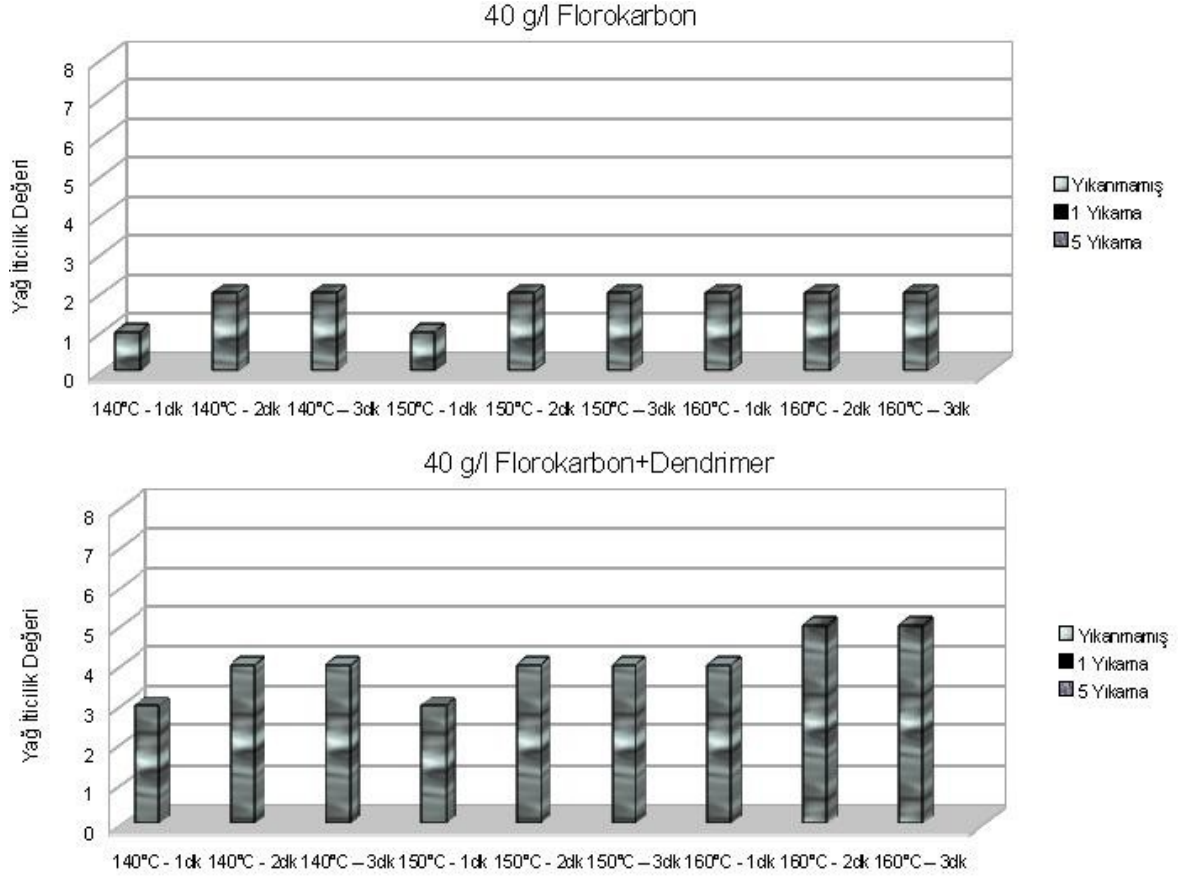
Şekil 4.11. Florokarbon esaslı ticari ürün ile işlem koşullarının (konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) optimizasyonuna ilişkin yağ iticilik test sonuçları



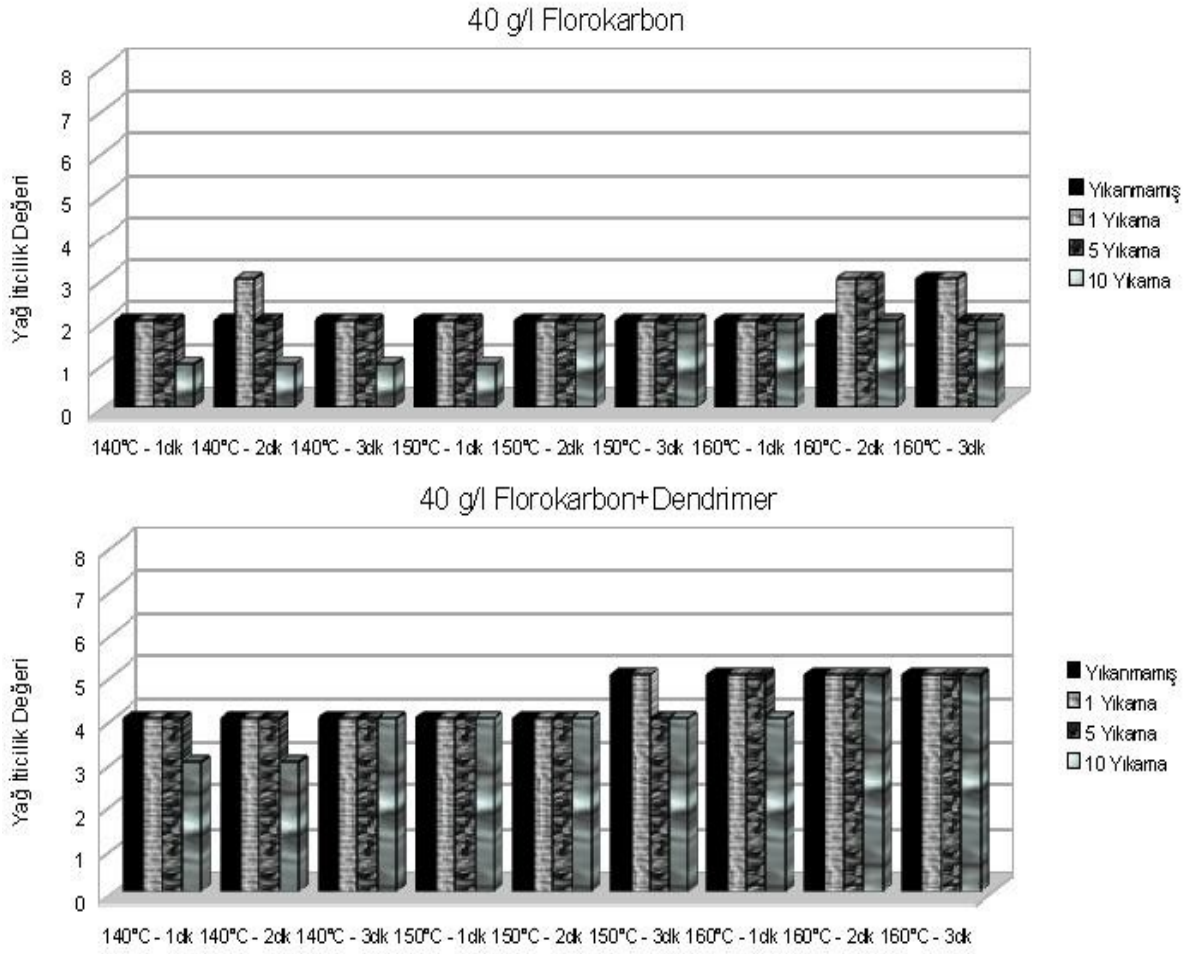
Şekil 4.12. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ticari ürün ile işlem koşullarının (konsantrasyon, fiksaj sıcaklığı ve süresi) optimizasyonuna ilişkin yağ iticilik test sonuçları

Yukarıda da belirtildiği gibi yapılan testlerde dendrimer esaslı ürünün yağ iticilik etkisine sahip olmadığı saptanmıştır. Bu sonuçlar Sancaktaroğlu (2008) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasındaki bulgularla paraleldir. Söz konusu çalışmada bu durumun nedeninin, yağ moleküllerine (20-35 mN/m) göre ürünün daha yüksek kritik yüzey enerjisine sahip olmasından ileri geliyor olabileceği belirtilmiştir.

Florokarbon ve florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürünlerin yağ iticilik performansları karşılaştırıldığında ise su iticilik sonuçlarına benzer şekilde florokarbon/dendrimer karışımı üründe florokarbona kıyasla daha yüksek yağ iticilik değerleri elde edilmiştir. Florokarbon esaslı üründe elde edilebilen optimum değer 2 olup, 40 g/L konsantrasyon ve 140°C’da 1 dak. fiksaj ile elde edilebilmektedir. Florokarbon/dendrimer karışımı üründe ise optimum değer 5 olup, 40 g/L konsantrasyon ve 160°C’da 2 dak. fiksaj ile elde edilebilmektedir. Florokarbon/dendrimer karışımı üründe 40 g/L konsantrasyon ve 140°C’da 1 dak. fiksaj ile elde edilen değer ise 4’dür. Bu sonuçlara göre, her iki ürün için de optimum konsantrasyon 40 g/L kullanım olarak tespit edilmiş olup, bundan düşük konsantrasyonda kullanıldığında herhangi bir etki elde edilmezken, bundan yüksek konsantrasyonda çalışıldığında ise elde edilen değerde önemli bir artış sağlanmamaktadır. Bu nedenle, elde edilen yağ iticilik etkilerinin yıkamaya karşı dayanımları her iki ürün için de 40 g/L’lik konsantrasyonda yapılmıştır. Dendrimer esaslı ürünün yağ iticilik etkisi olmadığından etkinin yıkamaya bağlı dayanımı da test edilmemiştir. Sonuçlar Şekil 4.13-4.14’de verilmektedir.



Şekil 4.13. Florokarbon ve florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ticari ürünler ile 40 g/L konsantrasyonda çeşitli fiksaj koşullarında işlem görmüş ütüsüz kumaş numunelerinin 1-5-10 yıkama sonrası yağ iticilik değerleri

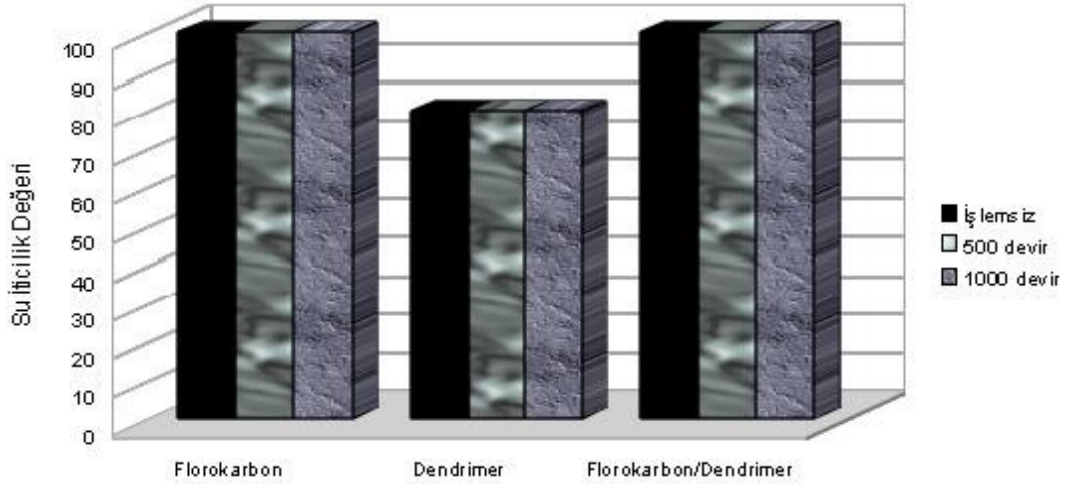


Şekil 4.14. Florokarbon ve florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ticari ürünler ile 40 g/L konsantrasyonda çeşitli fiksaj koşullarında işlem görmüş kumaş numunelerinin arada ütöleme yapılarak 1-5-10 yıkama sonrası su iticilik değerleri

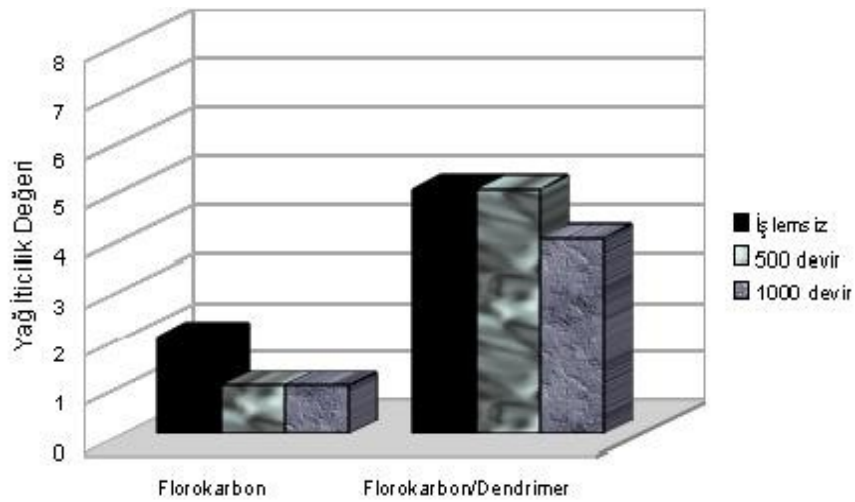
Şekiller incelendiğinde her iki üründe de yıkamalar arası ütöleme yapılmaması durumunda fiksaj koşulu ne olursa olsun daha ilk yıkama sonrasında elde edilen yağ iticilik etkisi tümüyle ortadan kalkmaktadır. Buna karşın yıkamalar arası ütöleme yapılması durumunda ise fiksaj koşulu ne olursa olsun tekrarlı yıkamalar sonrası yağ iticilik değerleri başlangıç değerinde kalmakta, yani düşmemektedir. Bunun nedeninin, her yıkama sonrası yapılan ütöleme işleminin yeniden bir fiksaj etkisi göstermesi ve daha önce de belirtildiği gibi florokarbon zincirlerinin ergime sıcaklığına ulaşıp yeterli oranda organize olmaları ve eski iticilik performans seviyelerine ulaşmalarının sağlanmasıdır (Duschek 2001).

4.1.3 Martindale aşındırma testi sonucu

Su ve yağ iticilik açısından optimum sonuçları veren numunelerin su ve yağ iticilik etkisinin aşınmaya karşı dayanıklılığı Martindale Aşındırma Test cihazında önce 500 devir aşındırma ardından 1000 devir aşındırma uygulanarak test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.15 ve 4.16’da verilmektedir.



Şekil 4.15. Aşındırma testi sonucu su iticilik değerlerindeki değişim



Şekil 4.16. Aşındırma testi sonucu yağ iticilik değerlerindeki değişim

Şekil 4.15 incelendiğinde her üç ürün ile de elde edilen su iticilik etkisinin 1000 devirlik aşındırma sonucunda bile kalıcı olduğu anlaşılmaktadır. Yağ iticilik değerlerine bakıldığında ise, florokarbon esaslı üründe 500 devir sonrası değer 2’den 1’e düşerken, florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürün 500 devir sonrası bile 5 olan başlangıç değerini korumuş, ancak 1000 devir sonrası değeri 4’e düşmüştür. Bu da elde edilen etkilerin aşınmaya karşı kalıcılık açısından florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürünlerde daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

4.1.4 Temas açısı ölçüm sonucu

Florokarbon, dendrimer ve florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürünler ile optimum koşullarda (Florokarbon için: 40 g/L 140°C 1 dak., Dendrimer: 60 g/L 140°C 3 dak., Florokarbon/Dendrimer: 40 g/L 160°C 2dak.) işlem görmüş ve işlemsiz numunelere temas açısı ölçümü testi yapılmış olup, sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmektedir.

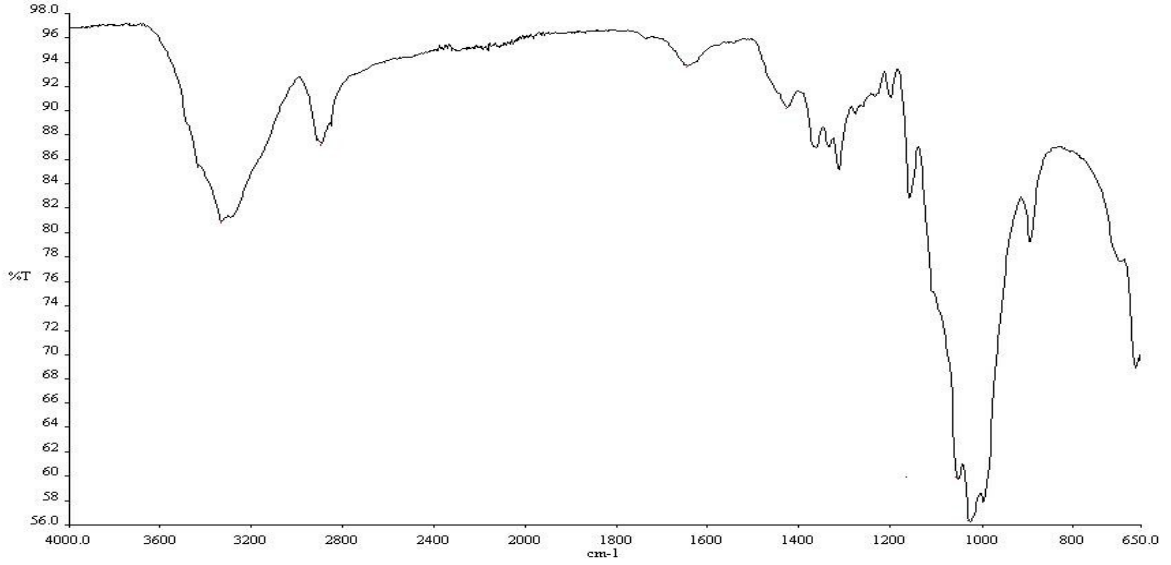
Çizelge 4.1. Temas açısı ölçüm sonuçları

Numune	Temas Açısı
İşlemsiz	85.35
Florokarbonla işlem görmüş	147.35
Dendrimerle işlem görmüş	144.21
Florokarbon/Dendrimer karışımı ile işlem görmüş	149.04

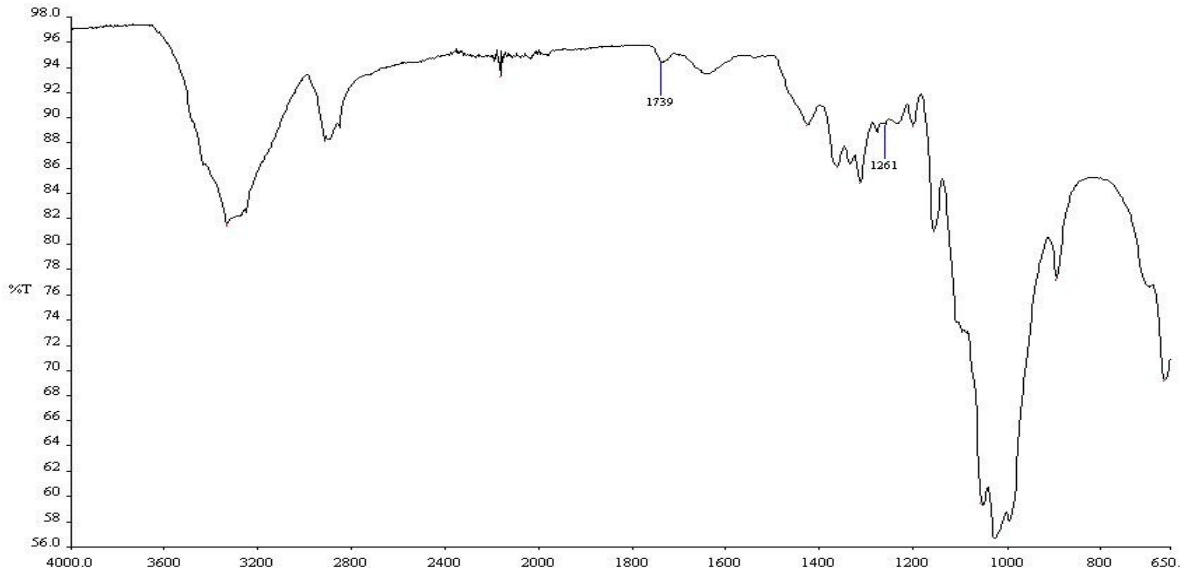
Çizelgeden de görülebileceği gibi her üç ürünle de işlem görmüş kumaş numunelerinin temas açısı işlemsiz numuneye göre belirgin oranda artmıştır. Ürün bazında karşılaştırma yapılacak olursa elde edilen temas açısının küçükten büyüğe doğru dendrimer esaslı ürün < florokarbon esaslı ürün < florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürün şeklinde sıralandığı söylenebilir. Ancak florokarbon esaslı ürün ile florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürünün temas açıları arasındaki fark önemsiz derecede azdır, çünkü zaten su iticilik test sonuçlarından görülebileceği üzere optimum koşullarda çalışıldığında her iki üründe de aynı değer (100) elde edilebilmektedir.

4.1.5 FT-IR ölçüm sonucu

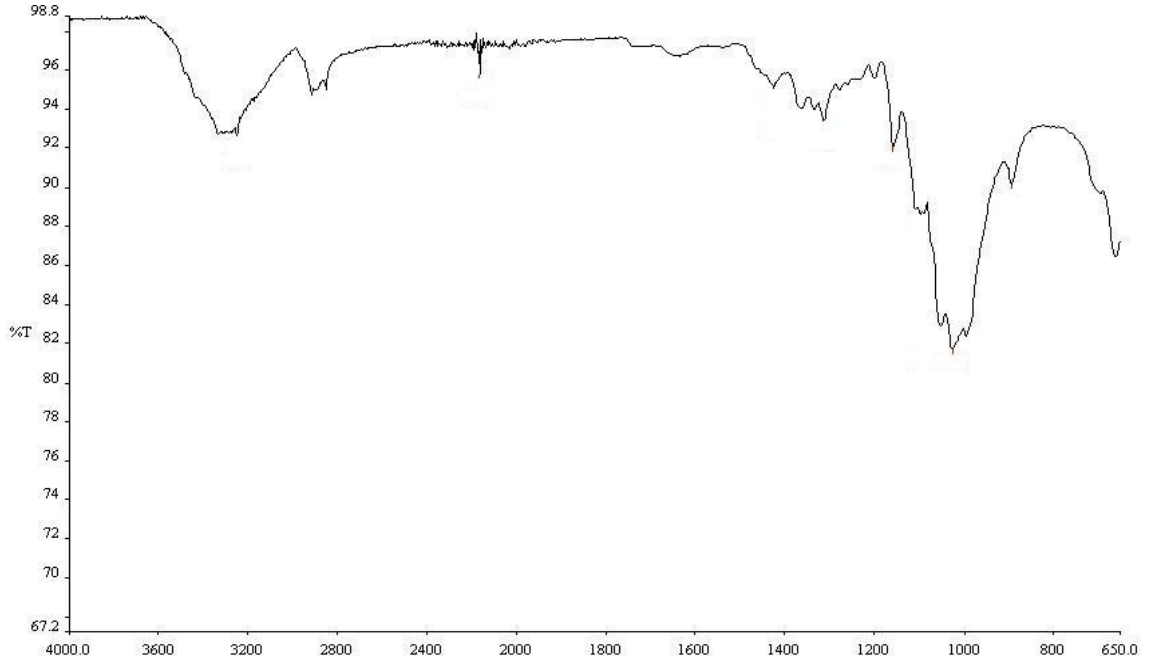
Şekil 4.17-4.20’de işlem görmüş ve görmemiş örneklerin FT-IR analizleri verilmiştir.



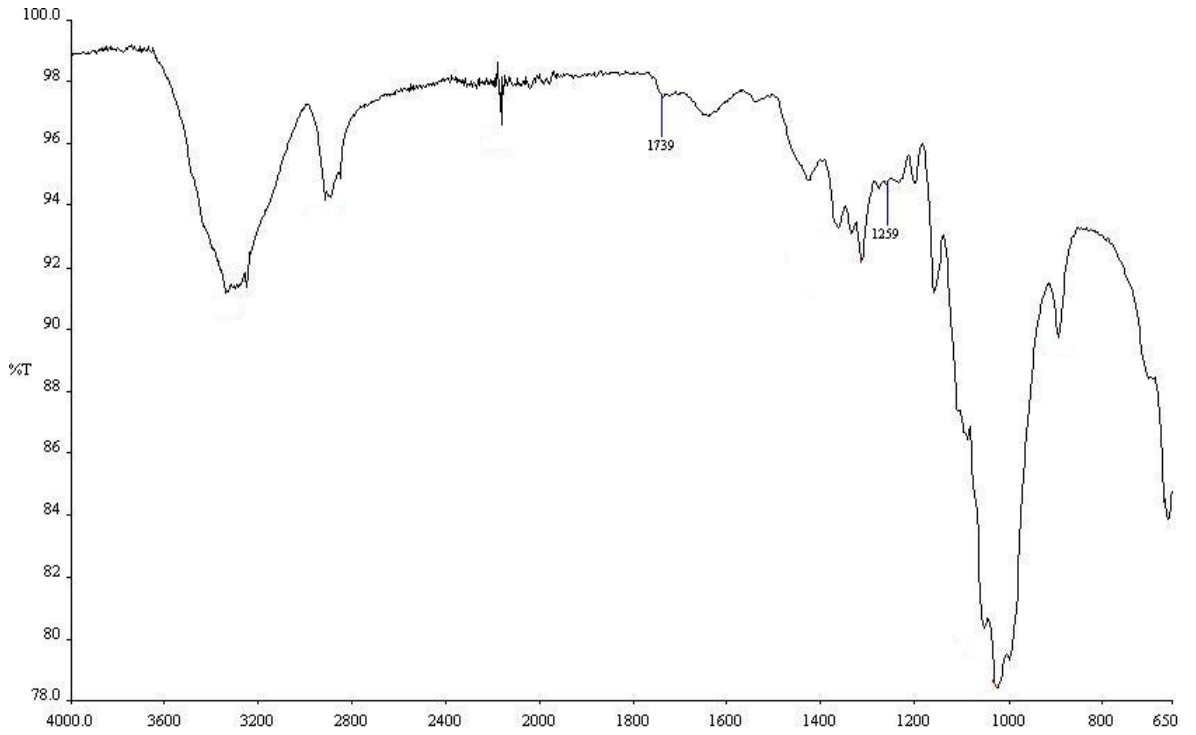
Şekil 4.17. İşlemsiz kumaşın FT-IR analizi



Şekil 4.18. Florokarbon esaslı ürünle işlem görmüş kumaşın FT-IR analizi



Şekil 4.19. Dendrimer esaslı ürünle işlem görmüş kumaşın FT-IR analizi



Şekil 4.20. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürün ile işlem görmüş kumaşın FT-IR analizi

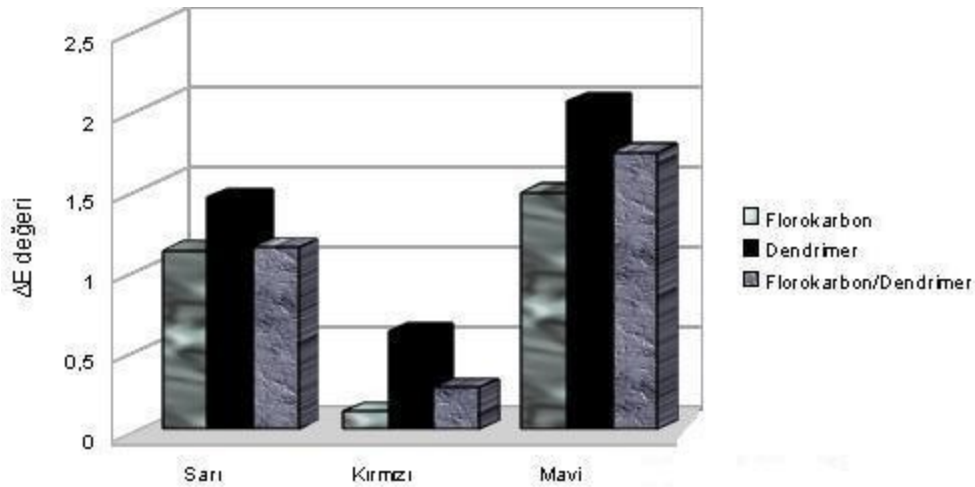
Florokarbon ve florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürünler ile işlem görmüş kumaşlar 1250 cm^{-1} ve 1750 cm^{-1} civarlarında pikler göstermiş olup, bu pikler sırasıyla C-F ve C=CF₂ bağlarına karşılık gelmektedir. İşlem görmemiş kumaştan farklı olan bu yeni bandların nedeni bu kimyasalların C-F bazlı olmasıdır. Bunun ötesinde FT-IR bandlarının %T (transmitans) değerleri incelendiğinde florokarbon esaslı ürünün 1250 cm^{-1} ve 1750 cm^{-1} bandlarında bulunan %T değerleri florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürüne göre daha düşüktür. Bu durum florokarbon/dendrimer karışımı esaslı üründe kumaşa daha fazla florokarbon molekülünün kalıcı olarak bağlanmış olduğunu ortaya koymaktadır (Namlıgöz ve ark. 2009).

4.1.6 Renk ölçümü sonuçları

Tez çalışmasının ağartılmış pamuklu kumaş üzerinde yapılmış olmasına karşın, söz konusu kimyasalların boyalı bir kumaşa uygulanması durumunda renk üzerinde olumsuz bir etkisinin olup olmayacağını saptamak amacıyla, ağartılmış kumaş numuneleri reaktif boyarmaddelerle sarı, kırmızı ve mavi olmak üzere üç ana renge boyanmış ve üzerlerine florokarbon, dendrimer ve florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürünlerden optimum koşullarda applike edilerek renklerdeki değişimler ölçülmüştür. Sonuçlar Çizelge 4.2 ve Şekil 4.21'de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Boyalı kumaşlar üzerine uygulanan apre kimyasallarının renklere olan etkisi

Renk	Numune	K/S değeri	L*	a*	b*
Sarı	İşlemsiz	10,34	78,79	10,45	80,43
	Florokarbonlu	11	79,05	10,29	81,51
	Dendrimerli	11,42	78,77	10,64	81,87
	Florokarbon/Dendrimerli	11,14	78,62	10,75	81,52
Kırmızı	İşlemsiz	15,22	41,35	56,91	5,85
	Florokarbonlu	16,39	41,61	58,37	5,87
	Dendrimerli	16,54	41,74	58,88	6,24
	Florokarbon/Dendrimerli	15,96	41,88	58,54	6,11
Mavi	İşlemsiz	8,29	43,19	-9,61	-29,48
	Florokarbonlu	8,99	42,35	-9,58	-29,8
	Dendrimerli	9	42,35	-9,38	-30,11
	Florokarbon/Dendrimerli	8,66	42,78	-9,1	-30,52



Şekil 4.21. Boyalı kumaşlar üzerine uygulanan apre kimyasallarının yol açtığı toplam renk farklılığı

Çizelge 4.2 incelendiğinde her üç ürünle de işlem görmüş boyalı numunenin renk veriminin arttığı, yani renginin koyulaştığı dikkati çekmektedir. Bu genel olarak apre kimyasalları ile işlem sonrası karşılaşılan bir durumdur. Bunun ötesinde rengin kırmızı-yeşil nüansının bir miktar kırmızıya kaydığı (yani a* değerinin büyüdüğü), sarı-mavi nüansının ise

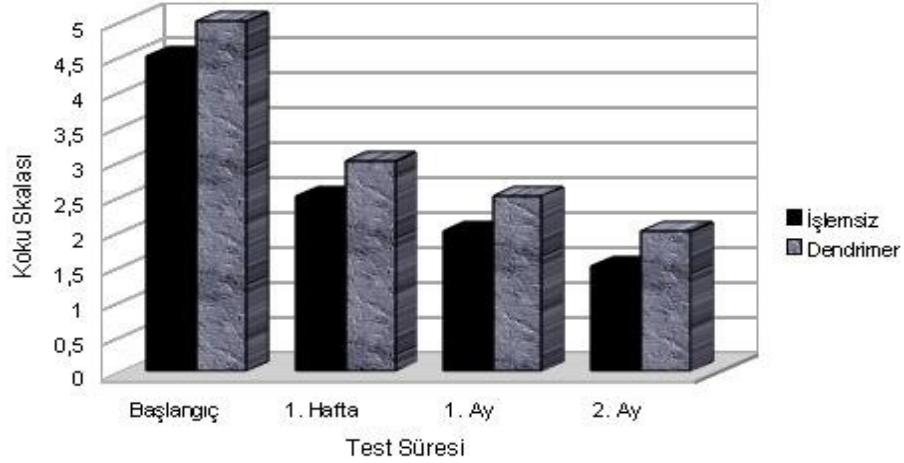
sarıya kaydığı (yani b^* değerinin büyüdüğü) dikkati çekmektedir. Genel olarak asidik ortamda yapılan apre işlemleri sonrası rengin kurutma sonrası hafif kızardığı bilinen bir durumdur. Asıl ilginç olan özellikle dendrimer esaslı üründe rengin nüansının sarıya kaymasıdır. Bunun nedeni ise, denemelerde kullanılan dendrimer esaslı ürünün, molekül yapısı tam olarak üretici firma tarafından verilmemekle birlikte, uç grup olarak amin uç grubu içeriyor olmasıdır. Zira kationik yumuşatıcılardan da bilindiği üzere amin grupları kurutma ve kondenzasyon koşullarında oksidasyona uğrayarak rengin sararmasına yol açmaktadır.

Şekil 4.21 incelendiğinde denemelerde kullanılan üç ürünün işlemsiz numune referans alındığında mamülün renginde yol açtığı toplam renk farklılığı değerinin florokarbon<florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürün<dendrimer esaslı ürün şeklinde olduğu görülmektedir. Dendrimer esaslı ürünle yapılan işlem sonrası renk farklılığı değerinin daha büyük çıkmasının ana nedeni ise bu ürünün rengin sarı-mavi değerinde yol açtığı sapmadır. Zira yukarıda da açıklandığı üzere dendrimer esaslı ürün kumaşın renginde sararmaya yol açmaktadır.

4.2 Aromaterapi Özelliğine Sahip Pamuklu Fonksiyonel Kumaş Eldesine İlişkin Denemelere Ait Sonuçlar

Koku salınımıyla ilgili dendrimerlerin yapılarındaki dallar arasındaki boşluklara çeşitli molekülleri kapsülleyebilme özelliğinden yararlanılarak aromaterapi özelliğine sahip fonksiyonel pamuklu kumaşların üretimi üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla pamuklu kumaşlara dendrimer aplikasyonu yapılmış ve ardından dendrimerle ön işlem görmüş ve görmemiş kumaş numunelerine literatürde rahatlatıcı etkisi olduğu belirtilen lavanta esansı applike edilmiştir. Dendrimerle işlem görmüş ve işlemsiz numuneler üzerinde lavanta kokusunun zamana bağlı olarak kalıcılığı test edilmiştir.

Oksidatif ön işlem sonrası saf dendrimerle işlem görmüş kumaşlar ile işlemsiz kumaşlara applike edilen lavanta esansının zamana bağlı kalıcılığının değişimi Şekil 4.22'de görülmektedir.



Şekil 4.22. Lavanta esansı applike edilmiş numunelerde koku yoğunluğunun zamana bağlı değişimi

Şekil 4.22 incelendiğinde gerek dendrimerle ön işlem görmüş, gerekse işlemsiz numunelerde koku yoğunluğunun zamana bağlı olarak azaldığı ancak bu azalmanın dendrimerle ön işlem görmüş numunede daha az olduğu görülmektedir. Bu durum dendrimerlerin koku moleküllerini dalları arasında kapsülleyerek kompleks oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Bu şekilde koku maddeleri özelliklerini kaybetmeden uzun bir süre kompleks içinde bulunabilmektedir. Ancak yine de dendrimer aplikeli kumaşlarda da 2. ay sonunda elde edilen koku yoğunluğu değerlerinin başlangıca oranla belirgin şekilde düştüğü dikkati çekmektedir. Bilindiği gibi kontrollü salınım sistemlerinde misafir molekülün (koku vb.) serbest bırakılabilmesi için ortamda neme ihtiyaç bulunmaktadır. Dolayısı ile 2. ay sonunda dendrimer aplikeli kumaşın koku yoğunluğu doğrudan test edildiğinde böyle düşük çıkması doğaldır. Söz konusu testler yapılmadan önce kumaş numuneleri nemlendirildiğinde işlemsiz kumaş numunelerinde elde edilen koku yoğunluğu değerleri pek değişmezken, dendrimer aplikeli kumaşlarda koku yoğunluğu değerinin lavanta esansı için yükseldiği saptanmıştır.

Elde edilen tüm sonuçlara dayanarak dendrimerlerin pamuklu kumaşların bitim işlemlerinde kullanılmasıyla koku maskeleyme ve misafir bileşiğin yavaş serbest bırakılması gibi özelliklerin kumaşlara kazandırılması imkânının ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Böylece istenmeyen kokuları tutan ve/veya güzel kokuları serbest bırakan tekstiller elde edilmiş olacaktır.

4.3 Antimikrobiyallik Özelliğine Sahip Pamuklu Fonksiyonel Kumaş Eldesine İlişkin Denemelere Ait Sonuçlar

Amin uçlu hiper dallı polimer (HBP NH_2) üç boyutlu bir yapı, çok sayıda imino grup ve uç birincil imino gruplar ile nitelendirilmiş makromoleküllerin bir sınıfıdır. Kitosanın polikasyonik yapısı nedeniyle çeşitli bakteri ve mantara karşı iyi bir antimikrobiyel etkiye sahip olduğu çok iyi bilinmektedir. HBP- NH_2 'nin benzer antimikrobiyel etkiye sahip olabileceğini ve HBP- NH_2 aşılansmış pamuklu kumaşın dayanıklı antimikrobiyel özelliklere sahip olabileceğini tahmin etmekteyiz. Çalışmamızın temel amacı dayanıklı antimikrobiyal özelliklere sahip pamuklu kumaş elde etmek için HBP- NH_2 'yi pamuklu kumaşa aşılaktır (Zhang ve ark. 2009). Çizelge 4.3'de kumaşlara uygulanan antimikrobiyallik testinin sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.3. Antimikrobiyallik testi sonuçları

Numune	İnhibisyon Alanı (mm)		
	Yıkamasız	5 Yıkama Sonu	10 Yıkama Sonu
Ticari Antibakteriyel Ürün	0	0	0
Ticari Dendrimer Ürün	0	0	0

Yapılan testlerin sonuçları incelendiğinde hem ticari antibakteriyel ürünün hem de ticari dendrimerin antimikrobiyal özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuçtan da anlaşılacağı gibi dendrimer esaslı ürünün aynı zamanda antimikrobiyal etkinliği bulunmaktadır. Bu durum su iticilik ve antimikrobiyallik etkilerinin tek bir ürün ile tek adımda gerçekleştirilebileceği anlamına gelmektedir ki böylece hem maliyet hem de zaman tasarrufu sağlanabileceği söylenebilir.

5. SONUÇ

Bu tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçları genel olarak şu şekilde sıralayabiliriz;

- Su iticilik etkisi açısından ürünlerin en düşük etkiliden en yüksek etkiliye doğru, dendrimer esaslı ürün < florokarbon esaslı ürün < florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürün şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

- Florokarbon esaslı su iticilik maddesi kullanıldığında su iticilik değeri olarak 100 elde edebilmek için optimum koşulların 20 g/L konsantrasyon ve 150°C'da 1 dak. fiksaj olduğu görülmüştür. Dendrimer bazlı üründe ise en yüksek 80 değerine 20 g/L konsantrasyon ve 160°C'da 3 dak. fiksaj yapılması ile veya 40 g/L konsantrasyonda çalışıldığında 160°C'da 3 dak. fiksaj yapılması ile ulaşılabilir. Florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürün kullanıldığında sinerjetik bir etki ortaya çıkararak düşük konsantrasyon (20 g/L), fiksaj sıcaklığı (140°C) ve süresinde (1 dak.) bile en yüksek iticilik değerlerinin (yani 100) elde edilebilir olduğu saptanmıştır.

- Kumaş numunelerine yıkama sonrası ütüleme yapılmadan ard arda 1-5-10 yıkama uygulanarak su iticilik değerlerindeki değişim incelendiğinde, genel olarak florokarbon esaslı üründe artan yıkama sayısına bağlı olarak su iticilik değerinin giderek düştüğü, oysa dendrimer esaslı üründe ilk yıkama sonrası su iticilik değerinde keskin bir düşüş meydana gelirken, artan yıkamalardan etkilenmediği ortaya çıkmıştır. Florokarbon/dendrimer esaslı üründe ise 10 yıkama sonrası bile su iticilik değeri 100 olarak başlangıç halini korumaktadır.

- Yıkamalar sonrası ütüleme yapılmadan gerçekleştirilen tekrarlı 10 yıkama sonucunda bile 100 su iticilik değeri florokarbon esaslı ürünle 60 g/L konsantrasyonda 160°C'da 2 dak. fiksaj yapılarak elde edilebilirken, florokarbon/dendrimer karışımı üründe 60 g/L konsantrasyonda 140°C'da 3 dak. elde edilebilmektedir. Tek başına dendrimer esaslı ürünle ise 10 yıkama sonucunda en fazla 50 su iticilik değeri, 20 g/L konsantrasyon ve 140°C'da 1 dak. fiksaj koşullarında elde edilebilmektedir.

- Sonuçlar incelendiğinde her uç urnde de arada utleme yapilarak gerçekleştirilen tekrarlı yıkamalarda elde edilen su iticilik değerlerinin utleme yapılmaksızın gerçekleştirilene kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca tekrarlı yıkamalara bağlı olarak su iticilik değerlerindeki düşüşler de azalmaktadır.

- Yıkamalar sonrası utleme yapilarak gerçekleştirilen tekrarlı 10 yıkama sonucunda bile 100 su iticilik değeri florokarbon esaslı urnle 40 g/L konsantrasyonda 140°C’da 1 dak. fiksaj yapilarak elde edilebilirken, florokarbon/dendrimer karışımı urnde aynı fiksaj koşullarında 20 g/L konsantrasyonda elde edilebilmektedir. Tek başına dendrimer esaslı urnle ise 10 yıkama sonucunda en fazla 75 su iticilik değeri ancak 60 g/L konsantrasyon ve 140°C’da 3 dak. fiksaj koşullarında elde edilebilmektedir.

- Yapılan testlerde dendrimer esaslı urnn yağ iticilik etkisine sahip olmadığı saptanmıştır. Florokarbon ve florokarbon/dendrimer karışımı esaslı urnlerin yağ iticilik performansları karşılaştırıldığında ise su iticilik sonuçlarına benzer Şekilde florokarbon/dendrimer karışımı urnde florokarbona kıyasla daha yüksek yağ iticilik değerleri elde edilmiştir.

- Florokarbon esaslı urnde elde edilebilen optimum yağ iticilik değeri 2 olup, 40 g/L konsantrasyon ve 140°C’da 1 dak. fiksaj ile elde edilebilmektedir. Florokarbon/dendrimer karışımı urnde ise optimum değer 5 olup, 40 g/L konsantrasyon ve 160°C’da 2 dak. fiksaj ile elde edilebilmektedir. Her iki urnde de yıkamalar arası utleme yapılmaması durumunda fiksaj koşulu ne olursa olsun daha ilk yıkama sonrasında elde edilen yağ iticilik etkisi tümüyle ortadan kalkmaktadır. Buna karşın yıkamalar arası utleme yapılması durumunda ise fiksaj koşulu ne olursa olsun tekrarlı yıkamalar sonrası yağ iticilik değerleri başlangıç değerinde kalmakta, yani düşmemektedir.

- Deney sonuçları incelendiğinde her uç urn ile de elde edilen su iticilik etkisinin 1000 devirlik aşındırma sonucunda bile kalıcı olduğu anlaşılmaktadır. Yağ iticilik değerlerine bakıldığında ise, florokarbon esaslı urnde 500 devir sonrası değer 2’den 1’e düşerken, florokarbon/dendrimer karışımı esaslı urn 500 devir sonrası bile 5 olan başlangıç değerini korumuş, ancak 1000 devir sonrası değeri 4’e düşmüştür. Bu da elde edilen etkilerin aşınmaya

karşı kalıcılık açısından florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürünlerde daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

- Her üç ürünle de işlem görmüş kumaş numunelerinin temas açısı işlemsiz numuneye göre belirgin oranda artmıştır. Ürün bazında karşılaştırma yapılacak olursa elde edilen temas açısının küçükten büyüğe doğru dendrimer esaslı ürün < florokarbon esaslı ürün < florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürün şeklinde sıralandığı söylenebilir.

- Yapılan FT-IR analizleri sonucunda florokarbon ve florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürünler ile işlem görmüş C-F ve C=CF₂ grupları tespit edilmiştir.

- Florokarbon, dendrimer ve florokarbon/dendrimer karışımı esaslı ürünlerin her üçünün de boyalı kumaşların rengi üzerine etkileri değerlendirildiğinde rengi koyulaştırdıkları ve rengin nüansını kırmızı ve sarıya kaydardıkları söylenebilir. Ürün bazında karşılaştırma yapıldığında ise en yüksek sapmaya dendrimer bazlı ürünün yol açtığı söylenebilir.

- Aromaterapi özelliğine sahip fonksiyonel pamuklu kumaş eldesine ilişkin yapılan denemeler incelendiğinde, gerek dendrimerle ön işlem görmüş, gerekse işlemsiz numunelerde koku yoğunluğunun zamana bağlı olarak azaldığı ancak bu azalmanın dendrimerle ön işlem görmüş numunede daha az olduğu görülmektedir. Buna dayanarak dendrimerlerin pamuklu kumaşların bitim işlemlerinde kullanılmasıyla koku maskeleyme ve misafir bileşiğin yavaş serbest bırakılması gibi özelliklerin kumaşlara kazandırılması imkânının ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Böylece istenmeyen kokuları tutan ve/veya güzel kokuları serbest bırakan tekstiller elde edilmiş olacaktır.

- Yapılan antibakteriyellik testleri sonucunda ise dendrimer esaslı ürünün aynı zamanda antibakteriyel etkinliği bulunduğu saptanmış olup, bu durum su iticilik ve antibakteriyellik etkilerinin tek bir ürün ile tek adımda gerçekleştirilebileceği anlamına gelmektedir ki böylece hem maliyet hem de zaman tasarrufu sağlanabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Ağırgan A.Ö., Kanat Z.E., Özek H.Z. (2009). Nano partiküllü su iticilik maddeleriyle işlem görmüş pamuk ve polyester dokuma kumaşların karşılaştırılması. *The Journal of Textile and Engineer*, 69: 7-13.
- Altınok U.B. (2008). *Tekstil Yüzeylerinin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Anonim (2008). *Türkiye’de ve Dünya’da Teknik Tekstiller Üzerine Genel ve Güncel Bilgiler*, İTKİB Genel Sekreterliği Ar&Ge ve Mevzuat Şubesi.
- Balogh L., Swanson D.R., Tomalia D. A., Hagnauer G. L., McManus A. T. (2001). Dendrimer-silver complexes and nanocomposites as antimicrobial agents. *Nano Letters*, 1(1):, 18-21.
- Boas U., Christensen B., Heegaard P. M. H. (2006). Dendrimers: design, synthesis and chemical properties. *Journal of Materials Chemistry*, 16(1): 1-27.
- Burkinshaw S.M., Bide M.J., Froehling P.E., Mignanelli M. (2000). The use of dendrimers to modify the dyeing behaviour of reactive dyes on cotton. *Dyes and Pigments*, 47(3): 259-267.
- Calabretta M.K., Kumar A., McDermott A.M., Cai C. (2007). Antibacterial activities of poly(amidoamine) dendrimers terminated with amino and poly(ethylene glycol) groups. *Biomacromolecules*, 8(6): 1807-1811.
- Clotefi (2005). *New multifunctional textiles: antimicrobial treatments*. Intelligent Textile Structures-Application, Production&Testing, Thessaloniki.
- Cussler E. C., Moggridge G. D. (2011). *Chemical Product Design*. Cambridge University Press, 445 p, Cambridge.
- Çoban S. (1999). *Genel Tekstil Terbiyesi ve Bitim İşlemleri*. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, 314, İzmir.
- Duran K. (2001). *Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma*. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, 321, İzmir.
- Duschek G. (2001). Low-emission and APEO-free fluorocarbon finishing. Melliand English, 7-8:148-152*
- Foksowicz-Flaczyk J., Walentowska J. (2008). Eco-Friendly antimicrobial finishing of natural fibres. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 484: 207-212.
- Froehling PE (2001). Dendrimers and dyes. *Dyes and Pigments*, 48: 187-195.

- Gao Y., Cranston R. (2008). Recent advances in antimicrobial treatments of textiles. *Textiles Research Journal*, 78(1): 60-72.
- Ghosh S. K. (2006). *Functional Coatings by Polymer Encapsulation*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, 371 p, Weinheim.
- Ghosh S., Yadav S., Vasanthan N., Sekosan G. (2010). A study of antimicrobial property of textile fabric treated with modified dendrimers, *Journal of Applied Polymer Science*, 115(2): 716-722.
- Holister P., Vas C.R., Harper T. (2003). Dendrimers. *Technology White Papers*, 6. (www.sps.aero/Key_ComSpace_Articles/TSA-001_Dendrimers_White%20Paper.pdf erişim tarihi, 06.07.2011)
- Hou S., Zhou C., Liu Z., Young A.W., Shi Z., Ren D., Kallenbach N.R. (2009). Antimicrobial dendrimer active against escherichia coli biofilms. *Bioorganic&Medicinal Chemistry Letters*, 19(18): 5478-5481.
- Klajnert B., Bryszewska M. (2001). Dendrimers: properties and applications. *Acta Biochimica Polonica*, 48: 199-208.
- Kocaefe Ç. (2007). Nanotıp: Yaşam Bilimlerinde Nanoteknoloji Uygulamaları. *Hacettepe Dergisi*, 38: 33-38.
- Matthews O.A., Shipway A.N., Stoddart J.F. (1998). Dendrimers-branching out from curiosities into new technologies. *Prog. Polym Sci.*, 23: 1-56
- Meijer E.W., Johan F.G.A. Jansen, Ellen M.M. de Brabander-van der Berg (1995). The dendritic box: shape-selective liberation of encapsulated guests. *Journal of the American Chemical Society*, 117: 4417-4418.
- Monllor P., Bonet M.A., Cases F. (2007). Characterization of the behaviour of flavour microcapsules in cotton fabrics. *European Polymer Journal*, 43: 2481-2490.
- Nair J.R. (2008). Dendritic polymers: design tools for property control in coatings. *Paintindia*, 77-95.
- Namırtı O., Atav R. (2011). Tekstilde yeni bir konsept olan dendrimerlerin tarihçesi, sınıflandırılması, molekül yapısı ve özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2):109-115
- Namlıgöz E.S., Bahtiyari M.İ., Hoşaf E., Çoban S. (2009). Performance comparison of new (dendrimer, nanoprodukt) and conventional water, oil and stain repellents. *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, 17(5): 76-81.
- Nelson G. (2001). Microencapsulation in textile finishing. *Rev. Prog. Coloration*, 31: 57-64.

- Nelson G. (2002). Application of microencapsulation in textiles. *International Journal of Pharmaceutics*, 242: 55-62.
- Newkome G.R., Moorefield C.N., Vögtle F. (2002). *Dendrimers and Dendrons*. WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, 623 p, Weinheim.
- Övez B., Yüksel M. (2002). Parfümlerin çapraz bağlı mikrokapsüllerden yavaş salgılanmaları. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10(43): 26-29.
- Özdoğan E, Demir A, Seventekin N, (2006). Nanoteknoloji ve tekstillere uygulamaları. *Tekstil ve Konfeksiyon*, (3): 159-168.
- Palamutcu S., Şengül M., Devrent N., Keskin R. (2008). Tekstil ürünlerinde antimikrobiyal etkinlik belirleme testleri. 7. Ulusal Ölçümbilim Kongresi, 25-32, Eskişehir.
- Palamutcu S., Keskin R., Devrent N., Sengül M., Hasçelik B. (2009). Fonksiyonel tekstiller II: antimikrobiyal tekstiller. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* 3(3): 95-108.
- Reinhoudt DN (2007). *Dendrimers as Building Blocks for Nanofabrication*. Second International Symposium on "Trends in Nanoscience", Irsee.
- Rodrigues S.N., Martins I.M., Fernandes I.P., Gomes P.B., Mata V.G., Barreiro M.F., Rodrigues A.E. (2009). Scentfashion®: microencapsulated perfumes for textile application. *Chemical Engineering Journal*, 149: 463-472.
- Rosace G, Sancaktaroğlu E, Massafra MR, (2007). Dendrimer finishing effect measurement on textile surfaces. *Workshop Nanometrology 2007*, National Institute of Metrological Research (INRIM), Torino, Italy
- Sancaktaroğlu E. (2008). Bitim İşlemlerinde Pamuk, Pamuk/Poliester Karışım Kumaşlarda Dendrimerlerin Renk Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Tomalia D.A., Fréchet J.M.J. (2002). Discovery of dendrimers and dendritic polymers: a brief historical perspective. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 40: 2719-2728.
- Uğur Ş. S., Karaboyacı M. (2010). Florokarbonların akrilik, yün ve naylon liflerine düşük sıcaklıklarda uygulanabilirliği. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(1): 59-64.
- Üreyen M.E., Çavdar A., Koparalı A.S., Doğan A. (2009). Yeni geliştirilen gümüş katkı antimikrobiyal tekstil kimyasalı ve bu kimyasal ile işlem görmüş kumaşların antibakteriyel performansları. *The Journal of Textile and Engineer*, 69: 25-31.
- Vögtle F., Richardt G., Werner N. (2009). *Dendrimer Chemistry*. WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, 342 p, Weinheim.

Wang C. X., Chen S. L. (2005). Aromachology and its application in the textile field
Fibres&Textiles in Eastern Europe, 13: 41-44.

Zhang F., Zhang D., Chen Y., Lin H. (2009). The antimicrobial activitiy of the cotton
fabricgrafted with an amido-terminated hyperbranched polymer. Cellulose, 16: 281-
288

[http://www.bursaekonomi.com.tr/default.asp?
page=newsopen.asp&opennews=809&qmshow=236](http://www.bursaekonomi.com.tr/default.asp?page=newsopen.asp&opennews=809&qmshow=236) (erişim tarihi, 02.07.2011)

www.dnanotech.com/dendrimerOverview.pdf (erişim tarihi, 01.06.2011)

[www.dsm.com/search/public/result.do?
strongendorsed=true&branding=home&locale=en_US&entitlement=10&querytext=
dendrimer](http://www.dsm.com/search/public/result.do?strongendorsed=true&branding=home&locale=en_US&entitlement=10&querytext=dendrimer) (erişim tarihi, 05.12.2010)

<http://www.ggctt.com/TR/files/Denge-Bildiri.pdf> (erişim tarihi, 22.07.2011)

<http://www1.gantep.edu.tr/~e-tex-lab/mod/page/view.php?id=65> (erişim tarihi, 06.06.2010)

www.textilesintelligence.com/ti/press.cfm?prid=345 (erişim tarihi, 18.08.2011)

(<http://www.rudolf.de/innovations/hydrophobic-future/bionic-finish/first-product.htm/> (erişim
tarihi, 10.01.2010)

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Patojen> (erişim tarihi, 14.12.2011)

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda araştırma konumun belirlenmesi, planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen ve bana yeni bir vizyon kazandıran danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Rıza ATAV'a teşekkür ederim.

Namık Kemal Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE ve Prof. Dr. Özer GÖKTEPE başta olmak üzere tüm Tekstil Mühendisliği öğretim elemanlarına teşekkür ederim.

Tez çalışmamda kullandığım kimyasal maddelerin temin edilmesini sağlayan RUDOLF-DURANER firmasına ve teknik desteğini esirgemeyen Sinan KILIÇ'a teşekkür ederim.

Araştırmam esnasında laboratuvar çalışmalarında imkanlarından faydalandığım Çerkezköy Türk Tekstil Vakfı Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezi'ne, başta müdür vekili Muhterem KAYIP olmak üzere Murat KIROĞLU, Erdiç MANCAR, Sema CİVAYUL ve Şennur ALDATMAZ'a, Temas açısı ölçümü testlerini yapan İstanbul Tekstil Araştırma Merkezi adına Melis DURNA'ya, FT-IR analizlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi adına Yrd. Doç. Dr. Aslı DEMİR ve Uzm. Gönül YAVUZ'a, antibakteriyellik testlerinin gerçekleştirildiği EKOTEKS Laboratuvarı'na ve kumaşların boyanması aşamasında olanaklarını sunan TAMTEKS firmasına, Kenan TOSUN ve Gökhan TURGUT'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam esnasında desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan kıymetli dostlarıma teşekkür ederim.

Hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, tez çalışmalarım esnasında zaman zaman onları ihmal etmeme rağmen sabırla bekleyen anneme, babama, kardeşime ve nişanlıma da ayrıca teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara'da tamamladıktan sonra 2001 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 2005 yılında Tekstil Mühendisi ünvanı ile mezun olduktan sonra iki yıl özel sektörde tekstil mühendisi olarak çalıştı. 2009 yılında Namık Kemal Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Kırklareli Üniversitesi Lüleburgaz Meslek Yüksekokulu Tekstil Teknolojisi Bölümü'nde öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır.