

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÜÇ BOYUTLU (3D) DAİRESEL SAÇ ÖRGÜLER VE
GEOMETRİK KARAKTERİSTİKLERİ**

(Doktora Tezi)

**Hazırlayan
Nesrin ŞAHBAZ KARADUMAN**

**Danışman
Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından FBD-11-3689 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Ağustos 2013
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Nesrin ŞAHBAZ KARADUMAN

İmza : 

YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgüler ve Geometrik Karakteristikleri” adlı Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Nesrin ŞAHBAZ KARADUMAN



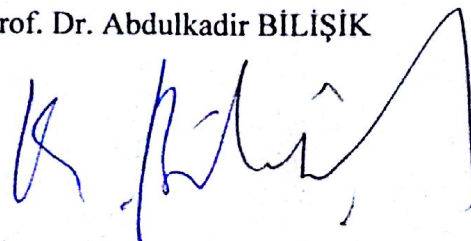
Danışman

Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK



Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK

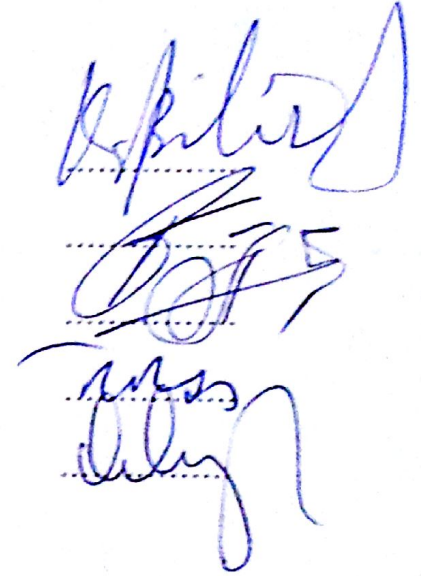


Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK danışmanlığında Nesrin ŞAHBAZ KARADUMAN tarafından hazırlanan “Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgüler ve Geometrik Karakteristikleri” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

19/08/2013

JÜRİ:

Danışman : Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK
 Üye : Prof. Dr. Faruk BOZDOĞAN
 Üye : Doç. Dr. Nazım PAŞAYEV
 Üye : Yrd. Doç. Dr. İlhan ÖZEN
 Üye : Yrd. Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 23/08/2013 tarih ve 2013/37-11... sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Kazım KEŞLİOĞLU

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez konusunu öneren ve çalışmam süresince beni bilgi, düşünce ve üstün deneyimiyle yönlendiren, destekleyen ve yakın ilgisini esirgemeyen, tezin sonuçlandırılmasında ve sonuçlarının değerlendirilmesinde maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen, çalışma ahlakı ve disipliniyle kendime örnek edindiğim, değerli hocam Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK' e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez izleme komitesinde yer alan ve yaptığım çalışmalarını değerli zamanlarını ayırarak takip eden ve değerlendiren hocalarım Doç. Dr. Nazım PAŞAYEV ve Yrd. Doç. Dr. İlhan ÖZEN'e teşekkür ederim.

UNIGRAPHICS NX8 programının kullanılmasında ve uygulanmasında her türlü yardımlarını esirgemeyen arkadaşım, Öğretim Görevlisi Erkan YILMAZ' a teşekkür ederim.

Bu süreçte ve hayatımın her döneminde yardımlarını esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili anneme, babama, eşime ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

Nesrin ŞAHBAZ KARADUMAN

Kayseri, Ağustos 2013

ÜÇ BOYUTLU (3D) DAİRESEL SAÇ ÖRGÜLER VE GEOMETRİK KARAKTERİSTİKLERİ

Nesrin ŞAHBAZ KARADUMAN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora, Ağustos 2013

Danışman: Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK

ÖZET

Bu çalışmada yeni bir üç boyutlu (3D) saç örgü önşekil yönteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yeni yöntem geliştirilmiş ve 3D tamamı ile saç örgülü ve çözümlü uzantılı saç örgülü önşekiller üretilmiştir. Ayrıca geleneksel dört adımlı yöntem kullanılarak 3D saç örgüler ve çözümlü uzantılı saç örgüler üretilmiştir. Üretilen bütün önşekillerin geometrik özellikleri karakterize edilmiştir. Önşekiller sabit adım sayısında kat sayıları artırılarak ve sabit kat sayısında adım sayıları değiştirilerek üretilmiştir. Üretilen önşekillerin boyut, sıklık, açı (yüzey açısı, saç örgü açısı ve helis açısı), temsili iplik uzunlukları (iplik yüzey uzunluğu, saç örgü iplik uzunluğu, yüzey ark iplik uzunluğu ve toplam iplik uzunluğu) ve Poisson oranları değerleri normal ve açılma koşulları (minimum - maksimum) göz önüne alınarak ölçülmüştür. Ayrıca üretilen bütün önşekil yapıların birim hücreleri ve iplik yörüngeleri tanımlanmıştır.

Yeni geliştirilen ve geleneksel 3D dairesel saç örgülü ve çözümlü uzantılı saç örgülü önşekiller farklı adım sayıları kullanılarak üretilmiştir. Bu yöntem ile üretilen 1x1 ve 3x1 adımlı önşekillerde, katlarıyla tamamı ile kesişmeli entegre olmuş bir yapı elde edilmiştir. Ancak 2x1 ve 4x1 adımlı önşekillerde ise katlar arası bağlantılı bir yapı elde edilmemiştir ve bu çift adımlı yapılar, çok katmanlı eş merkezli iç içe geçmiş silindirik (concentric cylinder) yapı formunda kendini göstermiştir. Ayrıca üretilen önşekillerde adım sayısı artırıldığında uzun atlamalı kesişme şekilleri gözlemlenmiştir.

3D yeni geliştirilen tamamı ile saç örgü yapılarında katman sayısının artması ile dış çapta artış, sıklıkta hafif azalmaya karşın helis açısının dışındaki açı ve iplik uzunluk değerlerinin tümünde artış tespit edilmiştir. Poisson değerlerinde de artma görülmüştür.

3D yeni geliştirilen tamamı ile saç örgü yapılarında adım sayısının artması ile dış çap ve sıklıkta hafif azalmaya karşın saç örgü açısının dışındaki açı değerlerinde bir değişim olmadığı ve Poisson değerlerinde ise tek adımlılarda artma çift adımlılarda ise azalma görülmüştür. 3D yeni geliştirilmiş çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında da yaklaşık benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, 3D saç örgü yapıların normal koşuldaki geometrik değerleri maksimum ve minimum açılma koşulları arasında bulunmuştur. Bu sonuçlar göstermektedir ki, yeni geliştirilen 3D tamamı ile ve çözümlü uzantılı saç örgü örnekler biyomedikal uygulamalarda kendine yer bulabilir.

Anahtar Kelimeler: 3D dairesel saç örgülü örnek, düzlem dışı açı, adım sayısı, iplik yörüngesi, örnek açılma koşulları.

**THE GEOMETRIC CHARACTERIZATION OF THREE DIMENSIONAL (3D)
CIRCULAR BRAIDINGS**

Nesrin ŞAHBAZ KARADUMAN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

PhD. Thesis, August 2013

Supervisor: Prof. Dr. Abdulkadir BİLİSİK

ABSTRACT

The aim of this study was to develop a new three dimensional (3D) braided preform fabrication method. In this purpose, the new method was developed and 3D fully and axial braided preforms were fabricated. On the other hand, 3D fully and axial braided preforms were produced by using a traditional 4-step method.

Geometric characterization of all developed preform structures were defined. The 3D braided preforms were produced based on defined number of step and number of layers. The measurements on developed 3D braided preforms were performed on outside diameters, angles including surface angle, braiding angle and helix angle, representative yarn lengths including surface yarn length, braiding yarn length, surface arc length and total yarn length and Poisson ratios in which normal and jamming conditions were considered. In addition, a unit cell and yarn orbit of the all 3D braided preforms were defined.

Newly and traditional developed 3D braided fully and axial braided preforms were formed depending on various steps. In 1x1 and 3x1 step preform structure, all interlayer were interconnected and fully integrated structure was resulted. But, in 2x1 and 4x1 step preform structure, each layer was intertwined without interconnecting to the adjacent layer and multilayer concentric cylindrical preform structure was resulted. On the other hand, when the number of steps was increased, long jumped interlaced structure was obtained.

In newly developed 3D fully and axial braided preforms, when the number of layers was increased, the outside diameter increased but the density slightly decreased.

However, all angles and yarn lengths increased except helix angle and their Poisson ratios increased.

In newly developed 3D fully and axial braided preforms, when the number of steps was increased, the outside diameter and density slightly increased. Contrarily, all angles remained unchanged except the braiding angle. It was observed that their Poisson ratios in single step increased whereas their Poisson ratios in double step decreased. The similar results were found in newly developed 3D axial braided preform structures.

It was also found that the geometric properties of 3D braided preform structures were between jamming conditions. The results indicated that the newly developed 3D braided structures can find applications especially in biomedical field.

Keywords: 3D circular braided preform, out of plane angle, row step, yarn orbit, preform jamming conditions.

İÇİNDEKİLER

ÜÇ BOYUTLU (3D) DAİRESEL SAÇ ÖRGÜLER VE GEOMETRİK KARAKTERİSTİKLERİ

	<u>Sayfa</u>
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI.....	ii
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	xxix
TABLolar LİSTESİ.....	xxx
ŞEKİLLER LİSTESİ	xliii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Üç Boyutlu Saç Örgü Kumaşların Sınıflandırılması	4
1.1.1. İki Boyutlu (2D) Saç Örgü Kumaşlar	4
1.1.1.1. İki Eksenli Saç Örgü Kumaşlar	4
1.1.1.2. Üç Eksenli Saç Örgü Kumaşlar	6
1.1.2. Üç Boyutlu (3D) Saç Örgü Kumaşlar	8
1.1.2.1. Dört Adımlı Saç Örgü Yöntemi	8
1.1.2.2. Dönel Saç Örgü Yöntemi	10

1.1.3. Üç Boyutlu (3D) Aksiyal Saç Örgü Kumaşlar	11
1.1.3.1. Maypole Saç Örgü Yöntemi	11
1.1.3.2. Dört Adımlı Saç Örgü Yöntemi	12
1.1.3.3. İki Adımlı Saç Örgü Yöntemi	13
1.1.3.4. Rotary Saç Örgü Yöntemi	14
1.1.4. Çok Eksenli Üç Boyutlu (3D) Saç Örgü Kumaşlar.....	16
1.1.4.1. Altı Adımlı Saç Örgü Yöntemi.....	16
1.1.4.2. Çok Adımlı Saç Örgü Yöntemi	16
1.2. Saç Örgü İplik Taşıyıcısı	17
1.3. Üç Boyutlu (3D) Saç Örgü Kumaşlarda Birim Hücre Özellikleri ve Açılma Koşullarının Değerlendirilmesi.....	17
1.3.1. Birim Hücre Yapısı.....	17
1.3.2. Birim Hücre Açısı	18
1.3.3. Birim Hücre İplik Uzunluğu.....	19
1.3.4. Birim Hücre İplik Yörüngesi.....	19
1.4. Saç Örgü Kumaşlar ve Yöntemlerinin Karşılaştırılması	19
1.5. Üç Boyutlu (3D) ve İki Boyutlu (2D) Saç Örgü Kumaşların Kompozit Özellikleri.....	20
1.5.1. İki Boyutlu (2D) Saç Örgü Kumaş Kompozitleri	22
1.5.2. Üç Boyutlu (3D) Saç Örgü Kumaş Kompozitleri.....	23
1.6. Literatürden Elde Edilen Sonuçlar	28

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Tez Çalışmasında Kullanılan Aparat	30
2.2. Kullanılan Materyal.....	31
2.3. Aparatın Çalışma Metodu	31

2.3.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekillerin	
Üretim Metodu	32
2.3.1.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü 1x1 Önşekillerin	
Üretim Metodu	33
2.3.1.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü 2x1 Önşekillerin	
Üretim Metodu	34
2.3.1.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü 3x1 Önşekillerin	
Üretim Metodu	35
2.3.1.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü 4x1 Önşekillerin	
Üretim Metodu	36
2.3.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü	
Önşekillerin Üretim Metodu	38
2.3.2.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü	
1x1 Önşekillerin Üretim Metodu	39
2.3.2.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü	
2x1 Önşekillerin Üretim Metodu	41
2.3.2.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü	
3x1 Önşekillerin Üretim Metodu	42
2.3.2.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü	
4x1 Önşekillerin Üretim Metodu	43
2.3.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekillerin	
(Bilişik Yöntemi) Üretim Metodu	44
2.3.3.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli 1x1 Önşekillerin	
Üretim Metodu	45
2.3.3.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli 2x1 Önşekillerin	
Üretim Metodu	46
2.3.3.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli 3x1 Önşekillerin	
Üretim Metodu	47
2.3.3.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli 4x1 Önşekillerin	
Üretim Metodu	48

2.3.3.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli 6x1 Önşekillerin Üretilme Metodu	49
2.3.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunlu Saç Örgülü Önşekillerin (<i>Çözümlü Uzunlu Bilişik Yöntemi</i>) Üretilme Metodu.....	50
2.3.4.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunlu Bilişik Yöntemli 1x1 Önşekillerin Üretilme Metodu	51
2.3.4.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunlu Bilişik Yöntemli 2x1 Önşekillerin Üretilme Metodu	52
2.3.4.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunlu Bilişik Yöntemli 3x1 Önşekillerin Üretilme Metodu	53
2.3.4.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunlu Bilişik Yöntemli 4x1 Önşekillerin Üretilme Metodu	54
2.4. Geliştirilen Önşekiller	56
2.4.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller	56
2.4.1.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]	56
2.4.1.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]	57
2.4.1.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]	57
2.4.1.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat) 1x1]	58
2.4.1.5. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [6Kat (7Kat) 1x1]	58
2.4.1.6. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]	59
2.4.1.7. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]	59

2.4.1.8. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]	60
2.4.1.9. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 2x1]	60
2.4.1.10. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat) 2x1]	61
2.4.1.11. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [8Kat (9Kat) 2x1]	61
2.4.1.12. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 3x1]	62
2.4.1.13. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 4x1]	62
2.4.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller	63
2.4.2.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 1x1].....	63
2.4.2.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat)S + 2KatA 1x1].....	63
2.4.2.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [4Kat (5Kat)S + 3KatA 1x1].....	64
2.4.2.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 1x1].....	65
2.4.2.5. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 2x1].....	65
2.4.2.6. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 2x1].....	66
2.4.2.7. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 3x1].....	66
2.4.2.8. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 3x1].....	67

2.4.2.9. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 4x1].....	67
2.4.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller (Bilişik Yöntemi).....	68
2.4.3.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]	68
2.4.3.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]	68
2.4.3.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]	69
2.4.3.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat) 1x1]	69
2.4.3.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [6Kat (7Kat) 1x1]	70
2.4.3.6. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]	70
2.4.3.7. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]	71
2.4.3.8. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]	71
2.4.3.9. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 2x1]	72
2.4.3.10. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat) 2x1]	72
2.4.3.11. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [8Kat (9Kat) 2x1]	73
2.4.3.12. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 3x1]	73
2.4.3.13. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 4x1]	74

2.4.3.14. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 6x1]	74
2.4.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller (Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemi)	75
2.4.4.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 1x1]	75
2.4.4.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [3Kat (4Kat)B + 2KatA 1x1]	76
2.4.4.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [4Kat (5Kat)B + 3KatA 1x1]	76
2.4.4.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 1x1]	77
2.4.4.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 2x1]	77
2.4.4.6. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 2x1]	78
2.4.4.7. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 3x1]	78
2.4.4.8. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 3x1]	79
2.4.4.9. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 4x1]	79
2.5. Geliştirilen Önşekiller Üzerinde Yapılan Ölçümler	80
2.5.1. Birim Hücrenin Çıkarılması	81
2.5.2. Boyutsal Ölçümler	81
2.5.3. Açısal Ölçümler	81
2.5.3.1. Yüzey Açısı ($\pm\theta^\circ$)	81
2.5.3.2. Düzlem Dışı Açısı (Saç Örgü Açısı) ($\pm\theta_b^\circ$).....	82
2.5.3.3. Çözümlü Yönü Uzantı Açısı (θ_a).....	83

2.5.3.4. Helis Açısı (θ_h)	84
2.5.4. Kullanılan Tüp Çapının Ölçülmesi	85
2.5.5. Sıklık Ölçümleri	85
2.5.6. Temsili İplik Uzunluk Ölçümleri	86
2.5.6.1. İplik Yüzey Uzunluğu Ölçümü (l)	86
2.5.6.2. Saç Örgü İplik Uzunluğu Ölçümü (l_b)	86
2.5.6.3. Yüzey Ark Ölçümü (l_a)	87
2.5.6.4. Toplam İplik Uzunluk Ölçümü [$l_y=l_a+l_b$]	90
2.5.7. Temsili İplik Yörüngeleri	91
2.5.8. Poisson Oranının Ölçülmesi	92

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Önşekillerin Yapı, Birim Hücre ve Açılı İle İlgili Ölçüm Verileri	95
3.1.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler	95
3.1.1.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]	95
3.1.1.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]	97
3.1.1.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]	99
3.1.1.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat) 1x1]	101
3.1.1.5. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [6Kat (7Kat) 1x1]	103
3.1.1.6. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]	105

3.1.1.7. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]	107
3.1.1.8. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]	109
3.1.1.9. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 2x1]	111
3.1.1.10. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat) 2x1]	114
3.1.1.11. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [8Kat (9Kat) 2x1]	116
3.1.1.12. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 3x1]	119
3.1.1.13. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 4x1]	121
3.1.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler	124
3.1.2.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 1x1].....	124
3.1.2.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat)S + 2KatA 1x1].....	127
3.1.2.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [4Kat (5Kat)S + 3KatA 1x1].....	129
3.1.2.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 1x1].....	132
3.1.2.5. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 2x1].....	134
3.1.2.6. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 2x1].....	137
3.1.2.7. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 3x1].....	139

3.1.2.8. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 3x1].....	142
3.1.2.9. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 4x1].....	145
3.1.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller (Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler	147
3.1.3.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]	148
3.1.3.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]	150
3.1.3.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]	152
3.1.3.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat) 1x1]	154
3.1.3.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [6Kat (7Kat) 1x1]	156
3.1.3.6. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]	158
3.1.3.7. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]	160
3.1.3.8. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]	162
3.1.3.9. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 2x1]	164
3.1.3.10. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat) 2x1]	167
3.1.3.11. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [8Kat (9Kat) 2x1]	170
3.1.3.12. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 3x1]	173

3.1.3.13. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 4x1]	175
3.1.3.14. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 6x1]	178
3.1.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller (Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler	181
3.1.4.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 1x1]	181
3.1.4.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [3Kat (4Kat)B + 2KatA 1x1]	183
3.1.4.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [4Kat (5Kat)B + 3KatA 1x1]	186
3.1.4.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 1x1]	188
3.1.4.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 2x1]	191
3.1.4.6. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 2x1]	194
3.1.4.7. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 3x1]	197
3.1.4.8. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 3x1]	199
3.1.4.9. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 4x1]	202
3.2. Önşekillerin Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verileri	204
3.2.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler.....	204
3.2.1.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]	205

3.2.1.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]	205
3.2.1.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]	206
3.2.1.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat) 1x1]	206
3.2.1.5. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [6Kat (7Kat) 1x1]	207
3.2.1.6. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]	207
3.2.1.7. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]	208
3.2.1.8. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]	208
3.2.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler	209
3.2.2.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 1x1].....	209
3.2.2.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat)S + 2KatA 1x1].....	209
3.2.2.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [4Kat (5Kat)S + 3KatA 1x1].....	210
3.2.2.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 1x1].....	211
3.2.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller (Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler	211
3.2.3.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]	211
3.2.3.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]	212

3.2.3.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]	212
3.2.3.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat) 1x1]	213
3.2.3.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [6Kat (7Kat) 1x1]	213
3.2.3.6. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]	214
3.2.3.7. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]	214
3.2.3.8. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]	215
3.2.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller (Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler	215
3.2.4.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 1x1]	216
3.2.4.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [3Kat (4Kat)B + 2KatA 1x1]	216
3.2.4.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [4Kat (5Kat)B + 3KatA 1x1]	217
3.2.4.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 1x1]	217
3.3. Önşekillerin Poisson Oranı Ölçüm Verileri.....	218
3.3.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler.....	218
3.3.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler	219
3.3.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler.....	219

3.3.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekiller	
İçin Elde Edilen Veriler	221

4. BÖLÜM

TARTIŞMA–SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Geleneksel Üç Boyutlu Dairesel Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler	222
4.1.1. Önşekillerin Yapı ve Birim Hücredeki Boyutsal Ölçüm Verileri	222
4.1.1.1. Dış Çap Ve Uzunluk Verilerinin Değerlendirilmesi	223
4.1.1.1.1. Dış Çap – Kat Sayısı	223
4.1.1.1.2. Uzunluk – Kat Sayısı	224
4.1.1.1.3. Dış Çap – Adım Sayısı	225
4.1.1.1.3.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Dış Çap – Adım Sayısı	225
4.1.1.1.4. Uzunluk – Adım Sayısı	226
4.1.1.1.4.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Uzunluk – Adım Sayısı	226
4.1.1.2. Sıklık Verilerinin Değerlendirilmesi	227
4.1.1.2.1. Sıklık – Kat Sayısı	227
4.1.1.2.2. Sıklık – Adım Sayısı.....	229
4.1.1.2.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı.....	229
4.1.1.2.2.2. 5kat (6kat) Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı.....	230
4.1.1.2.2.3. 8kat (9kat) Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı.....	231
4.1.2. Önşekillerin Açısız Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi.....	232
4.1.2.1. Açısı – Kat Sayısı	233
4.1.2.2. Açısı – Adım Sayısı	238
4.1.2.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Açısı– Adım Sayısı	239
4.1.2.2.2. 5kat (6kat) Önşekiller İçin Açısı– Adım Sayısı	241
4.1.2.2.3. 8kat (9kat) Önşekiller İçin Açısı– Adım Sayısı	243

4.1.3. Önşekillerin Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verileri ve	
Değerlendirilmesi	246
4.1.3.1. İplik Yüzey Uzunluğu (l) – Kat Sayısı	247
4.1.3.2. Saç Örgü İplik Uzunluğu (l_b) – Kat Sayısı	247
4.1.3.3. Yüzey Ark Uzunluğu (l_a) – Kat Sayısı	248
4.1.3.4. Toplam İplik Uzunluğu (l_{tv}) – Kat Sayısı	249
4.1.4. Önşekillerin Poisson Oranı Ölçüm Verileri	250
4.1.4.1. Poisson Oranı (v) – Kat Sayısı	250
4.1.4.2. Poisson Oranı (v) – Adım Sayısı	252
4.1.4.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı.....	252
4.1.4.2.2. 5kat (6kat) Önşekiller İçin Poisson Oranı– Adım Sayısı.....	253
4.1.4.2.3. 8kat (9kat) Önşekiller İçin Poisson Oranı– Adım Sayısı.....	253
4.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller	
İçin Elde Edilen Veriler	254
4.2.1. Önşekillerin Yapı ve Birim Hücredeki Boyutsal Ölçüm Verileri	255
4.2.1.1. Dış Çap Ve Uzunluk Verilerinin Değerlendirilmesi	257
4.2.1.1.1. Dış Çap – Kat Sayısı	257
4.2.1.1.2. Uzunluk – Kat Sayısı	258
4.2.1.1.3. Dış Çap – Adım Sayısı	258
4.2.1.1.3.1. 2kat (3kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Dış Çap – Adım	
Sayısı.....	258
4.2.1.1.4. Uzunluk – Adım Sayısı	259
4.2.1.1.4.1. 2kat (3kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Uzunluk – Adım	
Sayısı.....	259
4.2.1.2. Sıklık Verilerinin Değerlendirilmesi	260
4.2.1.2.1. Sıklık – Kat Sayısı	260
4.2.1.2.2. Sıklık – Adım Sayısı.....	263

4.2.1.2.2.1. 2kat (3kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı.....	263
4.2.1.2.2.2. 5kat (6kat)S + 4Kat A Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı.....	265
4.2.2. Önşekillerin Açısız Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi.....	267
4.2.2.1. Açık – Kat Sayısı	269
4.2.2.2. Açık – Adım Sayısı	273
4.2.2.2.1. 2kat (3kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Açık– Adım Sayısı	273
4.2.2.2.2. 5kat (6kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Açık– Adım Sayısı	276
4.2.3. Önşekillerin Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi	279
4.2.3.1. İplik Yüzey Uzunluğu (l) – Kat Sayısı	280
4.2.3.2. Saç Örgü İplik Uzunluğu (l_b) – Kat Sayısı	281
4.2.3.3. Yüzey Ark Uzunluğu (l_a) – Kat Sayısı	282
4.2.3.4. Toplam İplik Uzunluğu (l_{tv}) – Kat Sayısı	283
4.2.4. Önşekillerin Poisson Oranı Ölçüm Verileri	284
4.2.4.1. Poisson Oranı (v) – Kat Sayısı	284
4.2.4.2. Poisson Oranı (v) – Adım Sayısı	286
4.2.4.2.1. 2kat (3kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı.....	286
4.2.4.2.2. 5kat (6kat)S + 4Kat A Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı.....	287
4.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller (Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler	288
4.3.1. Önşekillerin Yapı ve Birim Hücredeki Boyutsal Ölçüm Verileri.....	288
4.3.1.1. Dış Çap Ve Uzunluk Verilerinin Değerlendirilmesi	291
4.3.1.1.1. Dış Çap – Kat Sayısı	291
4.3.1.1.2. Uzunluk – Kat Sayısı	291

4.3.1.1.3. Dış Çap – Adım Sayısı	292
4.3.1.1.3.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Dış Çap – Adım Sayısı	292
4.3.1.1.4. Uzunluk – Adım Sayısı	293
4.3.1.1.4.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Uzunluk – Adım Sayısı	293
4.3.1.2. Sıklık Verilerinin Değerlendirilmesi	294
4.3.1.2.1. Sıklık – Kat Sayısı	294
4.3.1.2.2. Sıklık – Adım Sayısı.....	296
4.3.1.2.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı.....	296
4.3.1.2.2.2. 5kat (6kat) Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı.....	297
4.3.1.2.2.3. 8kat (9kat) Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı.....	298
4.3.2. Önşekillerin Açısal Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi.....	299
4.3.2.1. Açı – Kat Sayısı	302
4.3.2.2. Açı – Adım Sayısı	306
4.3.2.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Açı– Adım Sayısı	306
4.3.2.2.2. 5kat (6kat) Önşekiller İçin Açı– Adım Sayısı	309
4.3.2.2.3. 8kat (9kat) Önşekiller İçin Açı– Adım Sayısı	311
4.3.3. Önşekillerin Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi	314
4.3.3.1. İplik Yüzey Uzunluğu (l) – Kat Sayısı	315
4.3.3.2. Saç Örgü İplik Uzunluğu (l_b) – Kat Sayısı	315
4.3.3.3. Yüzey Ark Uzunluğu (l_a) – Kat Sayısı	316
4.3.3.4. Toplam İplik Uzunluğu (l_{ty}) – Kat Sayısı	317
4.3.4. Önşekillerin Poisson Oranı Ölçüm Verileri	318
4.3.4.1. Poisson Oranı (v) – Kat Sayısı	318
4.3.4.2. Poisson Oranı (v) – Adım Sayısı	320
4.3.4.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı.....	320
4.3.4.2.2. 5kat (6kat) Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı.....	321

4.3.4.2.3. 8kat (9kat) Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı.....	322
4.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller (Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler	322
4.4.1. Önşekillerin Yapı ve Birim Hücredeki Boyutsal Ölçüm Verileri.....	323
4.4.1.1. Dış Çap Ve Uzunluk Verilerinin Değerlendirilmesi	325
4.4.1.1.1. Dış Çap – Kat Sayısı	325
4.4.1.1.2. Uzunluk – Kat Sayısı	325
4.4.1.1.3. Dış Çap – Adım Sayısı	326
4.4.1.1.3.1. 2kat (3kat)B + 1Kat A Önşekiller İçin Dış Çap – Adım Sayısı.....	326
4.4.1.1.4. Uzunluk – Adım Sayısı	327
4.4.1.1.4.1. 2kat (3kat)B + 1Kat A Önşekiller İçin Uzunluk – Adım Sayısı.....	327
4.4.1.2. Sıklık Verilerinin Değerlendirilmesi	328
4.4.1.2.1. Sıklık – Kat Sayısı	328
4.4.1.2.2. Sıklık – Adım Sayısı.....	332
4.4.1.2.2.1. 2kat (3kat)B + 1Kat A Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı.....	332
4.4.1.2.2.2. 5kat (6kat)B + 4Kat A Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı.....	334
4.4.2. Önşekillerin Açısal Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi.....	335
4.4.2.1. Açı – Kat Sayısı	338
4.4.2.2. Açı – Adım Sayısı	344
4.4.2.2.1. 2kat (3kat)B + 1Kat A Önşekiller İçin Açı– Adım Sayısı.....	344
4.4.2.2.2. 5kat (6kat)B + 4Kat A Önşekiller İçin Açı– Adım Sayısı.....	348
4.4.3. Önşekillerin Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi	351
4.4.3.1. İplik Yüzey Uzunluğu (ℓ) – Kat Sayısı	352

4.4.3.2. Saç Örgü İplik Uzunluğu (l_b) – Kat Sayısı	353
4.4.3.3. Yüzey Ark Uzunluğu (l_a) – Kat Sayısı	354
4.4.3.4. Toplam İplik Uzunluğu (l_{tv}) – Kat Sayısı	355
4.4.4. Önşekillerin Poisson Oranı Ölçüm Verileri	356
4.4.4.1. Poisson Oranı (v) – Kat Sayısı	356
4.4.4.2. Poisson Oranı (v) – Adım Sayısı	358
4.4.4.2.1. 2kat (3kat)B + 1Kat A Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı.....	358
4.4.4.2.2. 5kat (6kat)B + 4Kat A Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı.....	359
4.5. Genel Sonuçlar ve Öneriler	360
4.5.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Sonuçların Genel Değerlendirmesi.....	360
4.5.1.1. Yapıların Genel Değerlendirilmesi.....	360
4.5.1.2. Boyutsal Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirilmesi.....	361
4.5.1.3. Sıklık Verilerinin Genel Değerlendirilmesi	361
4.5.1.4. Açık Verilerinin Genel Değerlendirmesi.....	362
4.5.1.5. Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirmesi	364
4.5.1.6. Poisson Oranı (v) Ölçüm Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi	364
4.5.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Sonuçların Genel Değerlendirmesi.....	364
4.5.2.1. Yapıların Genel Değerlendirilmesi.....	364
4.5.2.2. Boyutsal Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirilmesi.....	365
4.5.2.3. Sıklık Verilerinin Genel Değerlendirilmesi	366
4.5.2.4. Açık Verilerinin Genel Değerlendirmesi.....	367
4.5.2.5. Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirmesi	369
4.5.2.6. Poisson Oranı (v) Ölçüm Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi	369

4.5.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller (Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Sonuçların Genel Değerlendirilmesi	369
4.5.3.1. Yapıların Genel Değerlendirilmesi	369
4.5.3.2. Boyutsal Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirilmesi	370
4.5.3.3. Sıklık Verilerinin Genel Değerlendirilmesi	371
4.5.3.4. Açık Verilerinin Genel Değerlendirmesi.....	371
4.5.3.5. Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirmesi	373
4.5.3.6. Poisson Oranı (ν) Ölçüm Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi	373
4.5.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller (Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Sonuçların Genel Değerlendirilmesi.....	374
4.5.4.1. Yapıların Genel Değerlendirilmesi	374
4.5.4.2. Boyutsal Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirilmesi	374
4.5.4.3. Sıklık Verilerinin Genel Değerlendirilmesi	375
4.5.4.4. Açık Verilerinin Genel Değerlendirmesi.....	376
4.5.4.5. Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirmesi	378
4.5.4.6. Poisson Oranı (ν) Ölçüm Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi	378
4.5.5. İplik Yörüngelerinin Değerlendirilmesi.....	379
4.5.5.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekillerin İplik Yörüngelerinin Genel Değerlendirmesi	379
4.5.5.2. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekillerin (Bilişik Yöntemi) İplik Yörüngelerinin Genel Değerlendirilmesi	380
KAYNAKLAR	382
ÖZGEÇMİŞ.....	393

KISALTMALAR VE SİMGELER

<u>Sembol</u>	<u>Anlamı</u>	<u>Birimi</u>
$\pm\theta$	Yüzey açısı	(°)
θ_h	Helis açısı	(°)
$\pm\theta_b$	Düzlem dışı açısı	(°)
θ_a	Aksiyal açısı	(°)
ℓ	İplik yüzey uzunluğu	(cm)
ℓ_b	Saç örgü iplik uzunluğu	(cm)
ℓ_a	Yüzey ark uzunluğu	(cm)
ℓ_{ty}	Toplam iplik uzunluğu	(cm)
ν	Poisson oranı	--
$L_{a\ell}$	Açılma koşulları altındaki uzunluk	(cm)
$L_{b\ell}$	Normal koşul altındaki uzunluk	(cm)
$\Delta a\ell$	Açılma koşulları altındaki dış çap	(cm)
$\Delta b\ell$	Normal koşul altındaki dış çap	(cm)
ΔL	Uzunluktaki değişim	(cm)
ΔD	Dış çaptaki değişim	(cm)
2D	İki boyutlu kumaş	--
3D	Üç boyutlu kumaş	--

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Üç boyutlu (3D) saç örgü kumaş ve yöntemlerin karşılaştırılması.	21
Tablo 3.1. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	97
Tablo 3.2. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	97
Tablo 3.3. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.....	97
Tablo 3.4. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	99
Tablo 3.5. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	99
Tablo 3.6. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.....	99
Tablo 3.7. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	101
Tablo 3.8. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	101
Tablo 3.9. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.....	101
Tablo 3.10. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	103
Tablo 3.11. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	103
Tablo 3.12. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.....	103
Tablo 3.13. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	105
Tablo 3.14. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	105

Tablo 3.15. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.....	105
Tablo 3.16. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	107
Tablo 3.17. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	107
Tablo 3.18. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.....	107
Tablo 3.19. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	109
Tablo 3.20. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	109
Tablo 3.21. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.....	109
Tablo 3.22. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	111
Tablo 3.23. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	111
Tablo 3.24. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.....	111
Tablo 3.25. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	113
Tablo 3.26. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	113
Tablo 3.27. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.....	114
Tablo 3.28. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	116
Tablo 3.29. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	116
Tablo 3.30. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.....	116

Tablo 3.31. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	118
Tablo 3.32. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	118
Tablo 3.33. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.....	119
Tablo 3.34. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	121
Tablo 3.35. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	121
Tablo 3.36. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.....	121
Tablo 3.37. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	123
Tablo 3.38. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	123
Tablo 3.39. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.....	124
Tablo 3.40. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	126
Tablo 3.41. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1KatA 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	126
Tablo 3.42. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1KatA 1x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.....	127
Tablo 3.43. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat (4kat)S + 2Kat A 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	129
Tablo 3.44. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat (4kat)S + 2KatA 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	129
Tablo 3.45. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat (4kat)S + 2katA 1x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.....	129
Tablo 3.46. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3Kat A 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	131

Tablo 3.47. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3KatA 1x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.....	131
Tablo 3.48. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3katA 1x1] örneğinin açısı ile ilgili verileri.....	132
Tablo 3.49. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 1x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.	134
Tablo 3.50. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4KatA 1x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.....	134
Tablo 3.51. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4katA 1x1] örneğinin açısı ile ilgili verileri.....	134
Tablo 3.52. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 2x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.	136
Tablo 3.53. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1KatA 2x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.....	136
Tablo 3.54. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1katA 2x1] örneğinin açısı ile ilgili verileri.....	137
Tablo 3.55. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 2x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.	139
Tablo 3.56. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4KatA 2x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.....	139
Tablo 3.57. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4katA 2x1] örneğinin açısı ile ilgili verileri.....	139
Tablo 3.58. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 3x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.	141
Tablo 3.59. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1KatA 3x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.....	141
Tablo 3.60. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1katA 3x1] örneğinin açısı ile ilgili verileri.....	142
Tablo 3.61. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 3x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.	144
Tablo 3.62. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4KatA 3x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.....	144

Tablo 3.63. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4katA 3x1] önşekilin açısı ile ilgili verileri.....	144
Tablo 3.64. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 4x1] önşekilin yapısı ile ilgili verileri.	147
Tablo 3.65. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1KatA 4x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	147
Tablo 3.66. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1katA 4x1] önşekilin açısı ile ilgili verileri.....	147
Tablo 3.67. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] önşekilin yapısı ile ilgili verileri.	150
Tablo 3.68. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	150
Tablo 3.69. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] önşekilin açısı ile ilgili verileri.	150
Tablo 3.70. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekilin yapısı ile ilgili verileri.	152
Tablo 3.71. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	152
Tablo 3.72. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekilin açısı ile ilgili verileri.	152
Tablo 3.73. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] önşekilin yapısı ile ilgili verileri.	154
Tablo 3.74. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	154
Tablo 3.75. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] önşekilin açısı ile ilgili verileri.	154
Tablo 3.76. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 1x1] önşekilin yapısı ile ilgili verileri.	156
Tablo 3.77. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	156
Tablo 3.78. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 1x1] önşekilin açısı ile ilgili verileri.	156

Tablo 3.79. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [6kat (7kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	158
Tablo 3.80. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [6kat (7kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	158
Tablo 3.81. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [6kat (7kat) 1x1] önşekilin açığı ile ilgili verileri.	158
Tablo 3.82. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	160
Tablo 3.83. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	160
Tablo 3.84. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] önşekilin açığı ile ilgili verileri.	160
Tablo 3.85. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	162
Tablo 3.86. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	162
Tablo 3.87. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekilin açığı ile ilgili verileri.	162
Tablo 3.88. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	164
Tablo 3.89. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	164
Tablo 3.90. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] önşekilin açığı ile ilgili verileri.	164
Tablo 3.91. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 2x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	166
Tablo 3.92. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 2x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	166
Tablo 3.93. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 2x1] önşekilin açığı ile ilgili verileri.	167
Tablo 3.94. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	169

Tablo 3.95. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	169
Tablo 3.96. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.	170
Tablo 3.97. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	172
Tablo 3.98. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	172
Tablo 3.99. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.	173
Tablo 3.100. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	175
Tablo 3.101. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	175
Tablo 3.102. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.	175
Tablo 3.103. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 4x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	177
Tablo 3.104. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 4x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	177
Tablo 3.105. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 4x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.	178
Tablo 3.106. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	180
Tablo 3.107. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.	180
Tablo 3.108. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.	180
Tablo 3.109. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.	183
Tablo 3.110. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	183

Tablo 3.111. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 1x1] örnekinin açı ile ilgili verileri.	183
Tablo 3.112. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [3kat(4kat)B + 2Kat A 1x1] örnekinin yapı ile ilgili verileri.	185
Tablo 3.113. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [3kat(4kat)B + 2KatA 1x1] örnekinin birim hücre ile ilgili verileri.....	185
Tablo 3.114. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [3kat(4kat)B + 2KatA 1x1] örnekinin açı ile ilgili verileri.	186
Tablo 3.115. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3Kat A 1x1] örnekinin yapı ile ilgili verileri.	188
Tablo 3.116. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3KatA 1x1] örnekinin birim hücre ile ilgili verileri.....	188
Tablo 3.117. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3KatA 1x1] örnekinin açı ile ilgili verileri.	188
Tablo 3.118. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 1x1] örnekinin yapı ile ilgili verileri.	190
Tablo 3.119. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 1x1] örnekinin birim hücre ile ilgili verileri.....	190
Tablo 3.120. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 1x1] örnekinin açı ile ilgili verileri.	191
Tablo 3.121. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 2x1] örnekinin yapı ile ilgili verileri.	193
Tablo 3.122. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 2x1] örnekinin birim hücre ile ilgili verileri.....	193
Tablo 3.123. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 2x1] örnekinin açı ile ilgili verileri.	194
Tablo 3.124. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 2x1] örnekinin yapı ile ilgili verileri.	196
Tablo 3.125. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 2x1] örnekinin birim hücre ile ilgili verileri.....	196
Tablo 3.126. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 2x1] örnekinin açı ile ilgili verileri.	197

Tablo 3.127. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 3x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.	199
Tablo 3.128. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 3x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	199
Tablo 3.129. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 3x1] öñşekilin açđ ile ilgili verileri.	199
Tablo 3.130. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 3x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.	201
Tablo 3.131. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 3x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	201
Tablo 3.132. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 3x1] öñşekilin açđ ile ilgili verileri.	202
Tablo 3.133. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 4x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.	204
Tablo 3.134. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 4x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.....	204
Tablo 3.135. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 4x1] öñşekilin açđ ile ilgili verileri.	204
Tablo 3.136. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	205
Tablo 3.137. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	205
Tablo 3.138. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	206
Tablo 3.139. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	206
Tablo 3.140. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	207
Tablo 3.141. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	207
Tablo 3.142. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	208

Tablo 3.143. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	208
Tablo 3.144. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri..	209
Tablo 3.145. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat (4kat)S + 2Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri..	210
Tablo 3.146. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri..	210
Tablo 3.147. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri..	211
Tablo 3.148. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	212
Tablo 3.149. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	212
Tablo 3.150. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	213
Tablo 3.151. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	213
Tablo 3.152. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [6kat (7kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	214
Tablo 3.153. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	214
Tablo 3.154. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	215
Tablo 3.155. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	215
Tablo 3.156. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	216
Tablo 3.157. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [3kat(4kat)B + 2Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	216
Tablo 3.158. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	217

Tablo 3.159. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	217
Tablo 3.160. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekiller için Poisson oranı ölçüm verileri.	218
Tablo 3.161. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekiller için Poisson oranı ölçüm verileri.	219
Tablo 3.162. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli önşekiller için Poisson oranı ölçüm verileri.....	220
Tablo 3.163. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli önşekiller için Poisson oranı ölçüm verileri.....	221
Tablo 4.1. Geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.	222
Tablo 4.2. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.	223
Tablo 4.3. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında açılma ölçüm verileri.....	232
Tablo 4.4. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında açılma ölçüm verileri.....	233
Tablo 4.5. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	246
Tablo 4.6. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	246
Tablo 4.7. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.....	255
Tablo 4.8. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.....	256
Tablo 4.9. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında açılma ölçüm verileri.....	267

Tablo 4.10. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında açısai ölçüm verileri.....	268
Tablo 4.11. Geleneksel üç boyutlu dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	280
Tablo 4.12. Geleneksel üç boyutlu dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	280
Tablo 4.13. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.	289
Tablo 4.14. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.	290
Tablo 4.15. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında açısai ölçüm verileri.	300
Tablo 4.16. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında açısai ölçüm verileri.....	301
Tablo 4.17. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.	314
Tablo 4.18. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.....	314
Tablo 4.19. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.....	323
Tablo 4.20. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.....	324
Tablo 4.21. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında açısai ölçüm verileri.....	336
Tablo 4.22. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında açısai ölçüm verileri.....	337

- Tablo 4.23. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü
önşekillerin normal şart altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.... 352
- Tablo 4.24. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü
önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında temsili
iplik uzunluk ölçüm verileri. 352

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Düzenli baklava dilimi yapısı [28].....	5
Şekil 1.2. Üç eksenli saç örgü (solda) ve aksiyal iplikli üç eksenli saç örgü (sağda) [28].	7
Şekil 1.3. Üç boyutlu (3D) saç örgü makinesinin şematik görünümü [28].....	9
Şekil 1.4. Üç boyutlu (3D) saç örgü önşekil ve yöntem. Dört adımlı yöntem temsili önşekil [42] (a), saç örgü önşekilin birim hücresi [42] (b), 3D saç örgü makinesinin şematik görünümü [41] (c), iplik taşıyıcı yörüngesi [43] (d), dört katlı (solda) ve altı katlı (sağda) 3D temsili saç örgü önşekilin içinde ve kenarında saç örgü iplik yörüngesi [42] (e).....	10
Şekil 1.5. Tsuzuki tarafından tasarlanan 3D saç örgü yöntemi [49].....	11
Şekil 1.6. Üç boyutlu aksiyal saç örgü önşekilin üretim prensibi (adım (a)-(e)) [57]. ...	13
Şekil 1.7. Üç boyutlu temsili aksiyal saç örgü önşekil (a), birim hücre (b) [57].....	13
Şekil 1.8. Üç boyutlu (3D) rotary saç örgü makinesi [28].....	15
Şekil 1.9. 3D rotary saç örgü prensibi [28].....	15
Şekil 2.1. Prof. Dr. Abdulkadir Bilişik tarafından tasarlanan aparat.	30
Şekil 2.2. Önşekil oluşturulurken kullanılan PVC esaslı tüp a) şematize edilmiş b) gerçek resmi.	31
Şekil 2.3. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekil kodlama kuralının açılımı.....	32
Şekil 2.4. 2kat (3kat) önşekil için aparat üzerinde tam ve yarım kat sayılarının şematik olarak gösterimi.	33
Şekil 2.5. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi).	34
Şekil 2.6. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket	

- ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi). 35
- Şekil 2.7. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 3x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi). 36
- Şekil 2.8. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 4x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi). 37
- Şekil 2.9. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekil kodlama kuralının açılımı..... 38
- Şekil 2.10. 2 Kat (3Kat)S + 1Kat A 1x1 önşekil için aparat üzerinde tam, yarım ve çözümlü yönü uzantı (aksiyal) kat sayılarının şematik olarak gösterimi. 39
- Şekil 2.11. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi). 40
- Şekil 2.12. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım. 41
- Şekil 2.13. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 3x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım. 42
- Şekil 2.14. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 4x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım. 43
- Şekil 2.15. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekil kodlama kuralının açılımı. 44

Şekil 2.16. 2kat (3kat) önşekil için aparat üzerinde tam ve yarım kat sayılarının şematik olarak gösterimi.	44
Şekil 2.17. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 1x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.....	45
Şekil 2.18. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 2x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.....	46
Şekil 2.19. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 3x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. e) 4. adım.....	47
Şekil 2.20. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 4x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.....	48
Şekil 2.21. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 6x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.....	49
Şekil 2.22. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekil kodlama kuralının açılımı.	50
Şekil 2.23. 2Kat (3Kat)B + 1Kat A 1x1 önşekil için aparat üzerinde tam, yarım ve çözümlü yönü uzantı (aksiyal) kat sayılarının şematik olarak gösterimi.	51
Şekil 2.24. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 1x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi).	52
Şekil 2.25. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 2x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.	53
Şekil 2.26. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 3x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.	54

Şekil 2.27. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli 4x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.	55
Şekil 2.28. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekil.	56
Şekil 2.29. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekil.	57
Şekil 2.30. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekil.	57
Şekil 2.31. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] önşekil.	58
Şekil 2.32. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] önşekil.	58
Şekil 2.33. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] önşekil.	59
Şekil 2.34. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] önşekil.	59
Şekil 2.35. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekil.	60
Şekil 2.36. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1] önşekil.	60
Şekil 2.37. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] önşekil.	61
Şekil 2.38. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] önşekil.	61
Şekil 2.39. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekil.	62
Şekil 2.40. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] önşekil.	62
Şekil 2.41. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [2kat(3kat)S + 1kat A 1x1] önşekil.	63
Şekil 2.42. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [3kat(4kat)S + 2kat A 1x1] önşekil.	64

Şekil 2.43. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [4kat(5kat)S + 3kat A 1x1] önşekil.....	64
Şekil 2.44. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat(6kat)S + 4kat A 1x1] önşekil.....	65
Şekil 2.45. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1kat A 2x1] önşekil.....	65
Şekil 2.46. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat(6kat)S + 4kat A 2x1] önşekil.....	66
Şekil 2.47. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat(3kat)S + 1kat A 3x1] önşekil.....	66
Şekil 2.48. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat(6kat)S + 4kat A 3x1] önşekil.....	67
Şekil 2.49. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat(3kat)S + 1kat A 4x1] önşekil.....	67
Şekil 2.50. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] önşekil.....	68
Şekil 2.51. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekil.....	69
Şekil 2.52. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] önşekil.....	69
Şekil 2.53. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 1x1] önşekil.....	70
Şekil 2.54. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [6kat (7kat) 1x1] önşekil.....	70
Şekil 2.55. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] önşekil.....	71
Şekil 2.56. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekil.....	71
Şekil 2.57. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] önşekil.....	72
Şekil 2.58. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 2x1] önşekil.....	72
Şekil 2.59. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] önşekil.....	73
Şekil 2.60. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekil.....	73
Şekil 2.61. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat(3kat) 3x1] önşekil.....	74
Şekil 2.62. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik Yöntemli [2kat(3kat) 4x1] önşekil.....	74
Şekil 2.63. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] önşekil.....	75
Şekil 2.64. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1katA 1x1] önşekil.....	75
Şekil 2.65. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [3kat(4kat)B + 2katA 1x1] önşekil.....	76

Şekil 2.66. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3katA 1x1] önşekil.	76
Şekil 2.67. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4katA 1x1] önşekil.	77
Şekil 2.68. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1katA 2x1] önşekil.	77
Şekil 2.69. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4katA 2x1] önşekil.	78
Şekil 2.70. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1katA 3x1] önşekil.	78
Şekil 2.71. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4katA 3x1] önşekil.	79
Şekil 2.72. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1katA 4x1] önşekil.	79
Şekil 2.73. Önşekillerin a) normal b) minimum c) maksimum şart altındaki durumu. ..	80
Şekil 2.74. θ_1 ve θ_2 yüzey açılarının a) şematik b) yapı üzerinde gösterimi.	82
Şekil 2.75. θ_{b1} düzlem dışı açısının (saç örgü açısı) şematik ve yapı üzerinde gösterimi.	83
Şekil 2.76. θ_{b2} düzlem dışı açısının (saç örgü açısı) şematik ve yapı üzerinde gösterimi.	83
Şekil 2.77. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı yapılar için θ_a açısının şematik ve yapı üzerinde gösterimi.	84
Şekil 2.78. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı yapılar için θ_a açısının şematik ve yapı üzerinde gösterimi.	84
Şekil 2.79. θ_h açısının şematik ve yapı üzerinde gösterimi.	85
Şekil 2.80. İplik yüzey uzunluğunun (ℓ) yapı üzerinde gösterimi.	87
Şekil 2.81. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde yüzey ark (ℓ_a) ve saç örgü iplik uzunluğu (ℓ_b) ölçümlerinin yapı üzerinde gösterimi.	88
Şekil 2.82. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde yüzey ark (ℓ_a) ve saç örgü iplik uzunluğu (ℓ_b) ölçümlerinin yapı üzerinde gösterimi.	88

- Şekil 2.83. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde yüzey ark (l_a) ve saç örgü iplik uzunluğu (l_b) ölçümlerinin yapı üzerinde gösterimi. 89
- Şekil 2.84. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde yüzey ark (l_a) ve saç örgü iplik uzunluğu (l_b) ölçümlerinin yapı üzerinde gösterimi. 89
- Şekil 2.85. Üç boyutlu dairesel saç örgülü ve üç boyutlu dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde yüzey ark (l_a), saç örgü iplik uzunluğu (l_b) ve iplik yüzey uzunluğu (l) ölçümlerinin şematik olarak gösterimi..... 90
- Şekil 2.86. Toplam uzunluğunun [$l_{ty}=(l_a+l_b)$] şematik olarak gösterimi..... 90
- Şekil 2.87. Geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü ve çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekiller için iplik yörüngesinin a) yapı içerisinde b) yüzey c) kesit görüntüleri bilgisayar çizimleri..... 91
- Şekil 2.88. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü ve çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekiller için iplik yörüngesinin a) yapı içerisinde b) yüzey c) kesit görüntüleri bilgisayar çizimleri. 92
- Şekil 2.89. Yük uygulaması yapı uzunluğu boyunca olduğundaki Poisson oranının gösterimi..... 93
- Şekil 2.90. Yük uygulaması yapı eni boyunca olduğundaki Poisson oranının gösterimi..... 94
- Şekil 3.1. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 96
- Şekil 3.2. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat(3kat) 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 96
- Şekil 3.3. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 98
- Şekil 3.4. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat(4kat) 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 98
- Şekil 3.5. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 100
- Şekil 3.6. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat(5kat) 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 100

- Şekil 3.7. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1]
önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 102
- Şekil 3.8. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat(6kat) 1x1] önşekilin
a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 102
- Şekil 3.9. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1]
önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 104
- Şekil 3.10. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat(7kat) 1x1]
önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 104
- Şekil 3.11. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1]
önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 106
- Şekil 3.12. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat(8kat) 1x1]
önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 106
- Şekil 3.13. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1]
önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 108
- Şekil 3.14. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat(9kat) 1x1]
önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 108
- Şekil 3.15. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1]
önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 110
- Şekil 3.16. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat(10kat) 1x1]
önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 110
- Şekil 3.17. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1]
önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 112
- Şekil 3.18. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat(3kat) 2x1]
önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 113
- Şekil 3.19. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1]
önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 115
- Şekil 3.20. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1]
önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü
bilgisayar çizimi..... 115
- Şekil 3.21. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1]
önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 117
- Şekil 3.22. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1]
önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 118

- Şekil 3.23. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 120
- Şekil 3.24. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 120
- Şekil 3.25. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat(3kat) 4x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 122
- Şekil 3.26. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 123
- Şekil 3.27. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 125
- Şekil 3.28. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 126
- Şekil 3.29. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat(4kat)S + 2Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 128
- Şekil 3.30. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat(4kat)S + 2Kat A 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 128
- Şekil 3.31. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [4kat(5kat)S + 3Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 130
- Şekil 3.32. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3Kat A 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 131
- Şekil 3.33. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 133
- Şekil 3.34. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat(6kat)S + 4Kat A 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 133

- Şekil 3.35. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat(3kat)S+1Kat A 2x1] örneğinin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) örneğin resmi. 135
- Şekil 3.36. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 2x1] örneğinin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 136
- Şekil 3.37. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat(6kat)S+4Kat A 2x1] örneğinin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) örneğin resmi. 138
- Şekil 3.38. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat(6kat)S+4Kat A 2x1] örneğinin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 138
- Şekil 3.39. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 3x1] örneğinin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) örneğin resmi. 140
- Şekil 3.40. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 3x1] örneğinin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 141
- Şekil 3.41. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 3x1] örneğinin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) örneğin resmi. 143
- Şekil 3.42. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 3x1] örneğinin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 143
- Şekil 3.43. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 4x1] örneğinin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) örneğin resmi. 146
- Şekil 3.44. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 4x1] örneğinin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 146
- Şekil 3.45. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] örneğinin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) örneğin resmi. 149

Şekil 3.46. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.....	149
Şekil 3.47. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.....	151
Şekil 3.48. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat(4kat) 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.	151
Şekil 3.49. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.....	153
Şekil 3.50. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [4kat(5kat) 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.	153
Şekil 3.51. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [5kat(6kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.	155
Şekil 3.52. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [5kat(6kat) 1x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.	155
Şekil 3.53. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [6kat(7kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.	157
Şekil 3.54. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [6kat(7kat) 1x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.	157
Şekil 3.55. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [7kat(8kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.	159
Şekil 3.56. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [7kat(8kat) 1x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.	159
Şekil 3.57. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [8kat(9kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.	161
Şekil 3.58. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [8kat(9kat) 1x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.	161
Şekil 3.59. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [9kat(10kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.....	163
Şekil 3.60. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [9kat(10kat) 1x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.	163
Şekil 3.61. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat(3kat) 2x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.	165

- Şekil 3.62. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat(3kat) 2x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 165
- Şekil 3.63. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 168
- Şekil 3.64. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 168
- Şekil 3.65. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 171
- Şekil 3.66. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 171
- Şekil 3.67. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 174
- Şekil 3.68. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 174
- Şekil 3.69. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 4x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 176
- Şekil 3.70. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 4x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi..... 177
- Şekil 3.71. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi..... 179
- Şekil 3.72. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 179
- Şekil 3.73. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 182
- Şekil 3.74. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 182
- Şekil 3.75. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [3kat(4kat)B + 2Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 184

- Şekil 3.76. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [3kat(4kat)B + 2Kat A 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 185
- Şekil 3.77. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 187
- Şekil 3.78. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3Kat A 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 187
- Şekil 3.79. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 189
- Şekil 3.80. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 190
- Şekil 3.81. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 2x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 192
- Şekil 3.82. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 2x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 192
- Şekil 3.83. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 2x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 195
- Şekil 3.84. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 2x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 195
- Şekil 3.85. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 3x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 198
- Şekil 3.86. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 3x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 198

- Şekil 3.87. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 3x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 200
- Şekil 3.88. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 3x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 201
- Şekil 3.89. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 4x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi. 203
- Şekil 3.90. Üç boyutlu dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 4x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi. 203
- Şekil 4.1. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – kat sayısı grafiği. 224
- Şekil 4.2. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – kat sayısı grafiği. 225
- Şekil 4.3. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – adım sayısı grafiği. 226
- Şekil 4.4. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – adım sayısı grafiği. 227
- Şekil 4.5. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği. 228
- Şekil 4.6. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği. 229
- Şekil 4.7. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği. 230

- Şekil 4.8. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği. 231
- Şekil 4.9. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği. 232
- Şekil 4.10. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği. 234
- Şekil 4.11. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği. 235
- Şekil 4.12. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği. 236
- Şekil 4.13. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği. 236
- Şekil 4.14. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği. 237
- Şekil 4.15. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği. 238
- Şekil 4.16. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği. 239
- Şekil 4.17. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği. 240
- Şekil 4.18. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği. 241

Şekil 4.19. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği.....	242
Şekil 4.20. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği.....	242
Şekil 4.21. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği.....	243
Şekil 4.22. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği.....	244
Şekil 4.23. Geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği.	245
Şekil 4.24. Geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği.....	245
Şekil 4.25. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu – kat sayısı grafiği.	247
Şekil 4.26. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği.	248
Şekil 4.27. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark uzunluğu – kat sayısı grafiği.	249
Şekil 4.28. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği.	250
Şekil 4.29. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği.	251

- Şekil 4.30. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği. 251
- Şekil 4.31. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği. 252
- Şekil 4.32. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği. 253
- Şekil 4.33. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği. 254
- Şekil 4.34. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – kat sayısı grafiği. 257
- Şekil 4.35. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – kat sayısı grafiği. 258
- Şekil 4.36. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – adım sayısı grafiği. 259
- Şekil 4.37. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – adım sayısı grafiği. 260
- Şekil 4.38. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği. 261
- Şekil 4.39. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği. 262
- Şekil 4.40. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı – kat sayısı grafiği. 262
- Şekil 4.41. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı – kat sayısı grafiği. 263

- Şekil 4.42. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği. ... 264
- Şekil 4.43. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiği. 265
- Şekil 4.44. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği..... 266
- Şekil 4.45. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiği..... 266
- Şekil 4.46. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği. 269
- Şekil 4.47. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği. 270
- Şekil 4.48. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği..... 271
- Şekil 4.49. Geleneksel üç boyutlu dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği..... 272
- Şekil 4.50. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği. 272
- Şekil 4.51. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği. 273
- Şekil 4.52. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği..... 274

- Şekil 4.53. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği. 275
- Şekil 4.54. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği. 276
- Şekil 4.55. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği. 277
- Şekil 4.56. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği. 278
- Şekil 4.57. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği. 279
- Şekil 4.58. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu – kat sayısı grafiği. 281
- Şekil 4.59. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği. 282
- Şekil 4.60. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark uzunluğu – kat sayısı grafiği. 283
- Şekil 4.61. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği. 284
- Şekil 4.62. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneğillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği. 285
- Şekil 4.63. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 örneğillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği. 286

- Şekil 4.64. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekiller için Poisson oranı – adım sayısı grafiği. 287
- Şekil 4.65. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekiller için Poisson oranı – adım sayısı grafiği. 288
- Şekil 4.66. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – kat sayısı grafiği. 291
- Şekil 4.67. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – kat sayısı grafiği. 292
- Şekil 4.68. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – adım sayısı grafiği. 293
- Şekil 4.69. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – adım sayısı grafiği. 294
- Şekil 4.70. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği. 295
- Şekil 4.71. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği. 296
- Şekil 4.72. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği. 297
- Şekil 4.73. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği. 298
- Şekil 4.74. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği. 299

- Şekil 4.75. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği..... 302
- Şekil 4.76. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği..... 303
- Şekil 4.77. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği..... 304
- Şekil 4.78. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği..... 304
- Şekil 4.79. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği..... 305
- Şekil 4.80. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği..... 306
- Şekil 4.81. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı –adım sayısı grafiği. 307
- Şekil 4.82. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) –adım sayısı grafiği. 308
- Şekil 4.83. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı –adım sayısı grafiği. 309
- Şekil 4.84. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı –adım sayısı grafiği. 310
- Şekil 4.85. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) –adım sayısı grafiği. 310

- Şekil 4.86. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı –adım sayısı grafiği. 311
- Şekil 4.87. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı –adım sayısı grafiği. 312
- Şekil 4.88. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) –adım sayısı grafiği. 313
- Şekil 4.89. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki helis açısı –adım sayısı grafiği. 313
- Şekil 4.90. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu – kat sayısı grafiği. 315
- Şekil 4.91. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği. 316
- Şekil 4.92. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark uzunluğu – kat sayısı grafiği. 317
- Şekil 4.93. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği. 318
- Şekil 4.94. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği. 319
- Şekil 4.95. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği. 320
- Şekil 4.96. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği. 321
- Şekil 4.97. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği. 321

- Şekil 4.98. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği..... 322
- Şekil 4.99. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum - maksimum) altındaki dış çap – kat sayısı grafiği..... 325
- Şekil 4.100. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – kat sayısı grafiği. 326
- Şekil 4.101. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki dış çap – adım sayısı grafiği..... 327
- Şekil 4.102. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki uzunluk – adım sayısı grafiği. 328
- Şekil 4.103. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği. 329
- Şekil 4.104. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği. 330
- Şekil 4.105. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal sıklığı – kat sayısı grafiği. 331
- Şekil 4.106. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal sıklığı – kat sayısı grafiği. 331
- Şekil 4.107. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği..... 332
- Şekil 4.108. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiği..... 333

- Şekil 4.109. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği. ... 334
- Şekil 4.110. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiği. 335
- Şekil 4.111. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği. 338
- Şekil 4.112. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği. 339
- Şekil 4.113. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği. 340
- Şekil 4.114. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği. 341
- Şekil 4.115. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği. 341
- Şekil 4.116. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği. 342
- Şekil 4.117. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal açısı – kat sayısı grafiği. 343
- Şekil 4.118. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal açısı – kat sayısı grafiği. 344
- Şekil 4.119. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği. 345

- Şekil 4.120. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü
2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları
(minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – adım
sayısı grafiği. 346
- Şekil 4.121. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü
2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları
(minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği. 347
- Şekil 4.122. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü
2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları
(minimum-maksimum) altındaki aksiyal açısı – adım sayısı grafiği. 347
- Şekil 4.123. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü
5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları
(minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği. 348
- Şekil 4.124. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü
5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları
(minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – adım
sayısı grafiği. 349
- Şekil 4.125. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü
5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları
(minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği. 350
- Şekil 4.126. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü
5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları
(minimum-maksimum) altındaki aksiyal açısı – adım sayısı grafiği. 351
- Şekil 4.127. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1
önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum)
altındaki iplik yüzey uzunluğu – kat sayısı grafiği. 353
- Şekil 4.128. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1
önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum)
altındaki saç örgü iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği. 354
- Şekil 4.129. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1
önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum)
altındaki yüzey ark uzunluğu – kat sayısı grafiği. 355

- Şekil 4.130. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği..... 356
- Şekil 4.131. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği..... 357
- Şekil 4.132. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği..... 358
- Şekil 4.133. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği.... 359
- Şekil 4.134. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği.... 360
- Şekil 4.135. Geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü ve çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekiller için iplik yörüngesinin a) perspektif b) üst c) yüzey görüntüleri bilgisayar çizimleri. 379
- Şekil 4.136. Bilişik yöntemli ve çözgü uzantılı Bilişik yöntemli 1x1 önşekiller için iplik yörüngesinin a) perspektif b) üst c) yüzey görüntüleri çizimleri..... 380

GİRİŞ

Üç boyutlu (3D) saç örgüler 1960 yılların başlarından günümüze kadar aktif olarak Üniversitedeki, bağımsız Araştırma Laboratuvarlarındaki ve Devlet Laboratuvarlarındaki araştırmacılar tarafından yoğun bir araştırma konusu olmuştur. Bunun nedeni 3D saç örgü önşekillerin ve kompozit formlarının hafif, spesifik özelliklerinin geleneksel malzemelere göre yüksek olmasıdır. Ayrıca bu malzemelerin kendine özgün olan entegre yapıda şekilli üretilebilmeleri, bozunma toleranslarının (damage tolerance) yüksek olması savunma ve sivil alanda kullanım yeri bulmalarına yol açmıştır.

3D tamamı ile saç örgü önşekiller genel olarak 4-adım saç örgü metodu (Four step braiding, A. Florentine ve R. T. Brown tarafından geliştirilmiştir) ve dönele saç örgü metodu (Rotary braiding, Tsuzuki ve Schneider tarafından geliştirilmiştir) ile formlanırlar.

3D aksiyal uzantılı saç örgü önşekiller ise genel olarak meypol saç örgü metodu (Maypole braiding, Uozumi ve Brookstein tarafından geliştirilmiştir), 2-adım saç örgü metodu (Two step braiding, McConnell ve Popper tarafından geliştirilmiştir) ile formlanırlar. Buna ek olarak 2-adım saç örgüler 3D tamamı ile saç örgü yöntemleri ile de üretilebilirler.

Çok eksenli 3D saç örgü önşekillerden ortagonalli olanlar 6-adım saç örgü metodu (Six step braiding, Chen ve Elshiekh tarafından geliştirilmiştir) ile formlanırlarken, çok eksenli 3D saç örgü önşekillerden diyagonalli olanlar (Six step braiding, Bilişik tarafından geliştirilmiştir) ise farklı saç örgü taşıyıcılarının topolojik düzenlenmesi ile geliştirilmiştir.

Tamamı ile çok eksenli 3D saç örgülü yapılar ise çok adımlı yöntemle (Multi-step braiding, Kostar ve Chou tarafından geliştirilmiştir) elde edilmiştir.

Buradan görüleceği üzere 3D sa örgü yöntem ve teknikleri son 50 yıldan beri özellikle uzay-havacılık ve savunma-roket sektöründeki gereksinimler doğrultusunda genellikle devlet desteği ile küçük bir hacimde manuel-yarı otomatik ve tamamı ile otomatik bilgisayar destekli olarak üretilmişlerdir.

Bu çalışmanın temel amacı yeni bir sa örgü yönteminin geliştirilmesidir. Bu yöntem sayesinde kompleks şekillere dönüşebilecek şekilsel değişimi yapı nedeni ile geniş aralıklarda olan ve basit iç yapılı önşekiller geliştirilerek endüstrinin ilgisine sunulacaktır. Ayrıca, bu çalışmada izlenen yöntem tez danışmanının 1988'den bu yana sistemli çalışması ile elde ettiği deneyimlerin ustaca kullanılması ile ortaya çıkarılmıştır.

Bu çalışma ile yeni geliştirilecek 3D dairesel sa örgülü yapıların muhtemelen biyomedikal alanında (yapay mide, yapay yemek borusu, yapay bağırsak, yapay damar gibi uygulamalarda) kullanılabileceği tahmin edilmektedir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

Tekstil yapısal kompozitler, metal ve seramik gibi temel mühendislik malzemelerine göre bazı gelişmiş spesifik özelliklere sahip olmalarından dolayı birçok farklı sektörde kullanılmaktadır [1]. Bunlara örnek olarak inşaat sektörü ve savunma sektörü verilebilir [2-7]. Tekstil yapısal kompozitler delaminasyonsuz ve hasara karşı toleranslı yapılardır [4]. İki boyutlu (2D) iki eksenli, üç eksenli ve üç boyutlu (3D) saç örgü kumaş yapıları tıp sektöründe [8], uzay sektöründe, roket ve ulaştırma endüstrisinde yapısal malzemeler olarak kullanılmaktadır [9, 10]. Bu malzemelere örnek olarak tabakalar, güçlendirilmiş paneller, kiriş ve direkler, kabuk ve zar yapılar, tıbbi cihazlar ve protezler verilebilir [11-14].

Tekstil prosesi bakımından, üç boyutlu (3D) saç örgüler, çok yönlü ve son ürün şekline en yakın (near-net shape) yüksek hasar toleranslı yapısal kompozitlerin üretiminde kullanılan bir önşekil üretim yöntemidir [15-18]. Üç boyutlu (3D) saç örgü yöntemi yüksek oranda otomatikleştirilmiş ve yaygın bir yöntemdir. Küçük parçalı üç boyutlu (3D) saç örgü önşekillerin üretimi ucuzdur ve emek-yoğun değildir [2]. Ancak, büyük parçalı üç boyutlu (3D) saç örgü önşekillerin üretimi iplik taşıyıcıların pozisyon değişimi nedeniyle makul olmayabilir.

Basit üç boyutlu (3D) saç örgü, iki boyutlu (2D) iki eksenli kumaşlardan oluşur ve bu kumaşların üst üste dizimlenmesine göre dikilerek elde edilirler. Genelde üç boyutlu (3D) saç örgü önşekiller geleneksel maypole saç örgü, yenilikçi dört adımlı ve iki adımlı saç örgü (satur ve sütun) ya da son zamanlarda kullanılan üç boyutlu (3D) rotatif saç örgü ve çok adımlı saç örgü yöntemleriyle üretilir [17-23]. Çok adımlı saç örgü nispeten yeni bir konsepttir ve bu teknikte ipliğin çeşitli yönlerde konumlandırılmasıyla çok yönlü üç boyutlu (3D) saç örgü önşekillerin üretimi mümkündür [24].

1.1. Üç Boyutlu Saç Örgü Kumaşların Sınıflandırılması

Üç boyutlu (3D) saç örgü önşekiller birçok farklı parametreye göre sınıflandırılır. Bu parametreler iplik tipi ve biçimi, iplik setlerinin sayısı, iplik yönlenmeleri ve kesişmeleri, mikro-mezo birim hücreler ve makro geometridir. Genel sınıflandırma şemalarından biri Ko tarafından önerilmiştir [17]. Diğer bir sınıflandırma şeması mikro-mezo birim hücre ve makro geometriye bağlı olarak önerilmiştir. Bu şemada üç boyutlu (3D) saç örgü önşekil ince ve kalın çeperli tüplere bölünmüştür. Bu tüpler konturlu bir şekil ve bağlantı elemanları ile yapısal boşluklar ve dallanmalar içeren özel hareketli yapılardan oluşmaktadır [25]. Kamiya *et al.* [3], bir üç boyutlu (3D) saç örgü yapıyı üretim tekniklerine göre katı, iki adımlı, dört adımlı ve çok adımlı olarak sınıflandırmışlardır. Diğer yandan saç örgü önşekillerin tanımlanması ve sınıflandırılması için topolojik prensiplere bağlı sistematik bir yaklaşım da getirilmiştir. Saç örgü önşekil, bir tork üzerinde konumlanmış diyagramlarla temsil edilen düğümlerin özel bir hali olarak kabul edilmiştir. Bu yaklaşım düğüm teorisinin modern yöntemlerinin saç örgü topolojisine uygulanmasını sağlamaktadır [26].

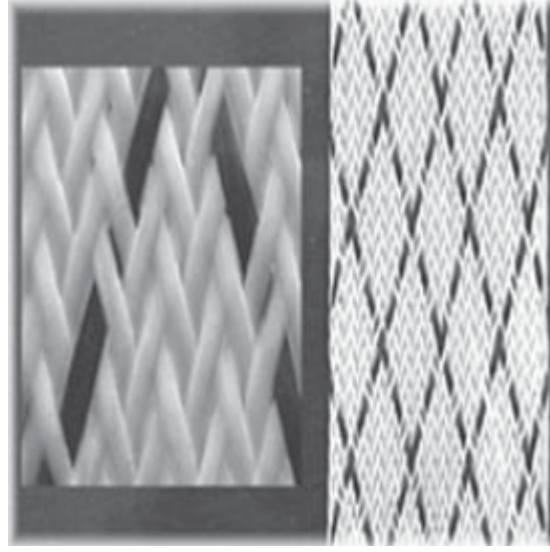
Bilişik [1], üç boyutlu (3D) saç örgü önşekiller için bağlantı tipine, iplik yönlenmesine ve iplik seti sayısına göre daha spesifik bir sınıflandırma şeması önermiştir. Bu sınıflandırmada, üç boyutlu (3D) saç örgü, şu şekilde üç kategoriye ayrılmıştır: üç boyutlu (3D) saç örgü, üç boyutlu (3D) eksenel saç örgü ve çok eksenli üç boyutlu (3D) saç örgülerdir. Bu yapılar önşekil içinde bağlantısız, sadece önşekil yüzeyinde bağlantılıdır. Bu yapılar kartezyen ya da polar formlarda 2-6 arası değişen destekleme yönlerine göre tekrar alt dallara ayrılmaktadır. Bu sınıflandırma şeması yeni çok eksenli üç boyutlu (3D) saç örgü kumaşların ve üç boyutlu (3D) saç örgü tekniklerinin geliştirilmesi yönündeki araştırmalarda kullanışlı olabilir.

1.1.1. İki Boyutlu (2D) Saç Örgü Kumaşlar

1.1.1.1. İki Eksenli Saç Örgü Kumaşlar

İki boyutlu (2D) saç örgü kumaş endüstriyel tekstillerde özellikle de kompozit endüstrisinde en çok kullanılan malzemedir. Saç örgü kumaş iki ya da daha fazla iplik setinin, kılavuzların saat yönünde ve saat yönünün tersine dönüşüyle bağlantı yapması

sonucu oluşur [27]. Bu iplik setlerinden birisi aksiyal iplikler, diğeri ise saç örgü iplikleri (*braided yarns*) olarak adlandırılır [28]. Aksiyal iplikler boyuna yönde birbirine paralel konumlanırken, saç örgü iplikleri birbirleriyle tam bir dönüş yapmadan kesişerek $+θ$ ve $-θ$ yönlerinde konumlanırlar. Temel olarak bu yapı geleneksel saç örgü teknikleri ile üretilen baklava dilimi, düzenli ve herkül saç örgü örgülerinden oluşur [27, 29]. Şekil 1.1'de düzenli baklava dilimi saç örgü yapısı görülmektedir [28].



Şekil 1.1. Düzenli baklava dilimi yapısı [28].

İki boyutlu (2D) saç örgü kumaşlar ihtiyaç duyulan kalınlığa göre tabakalandırılabilir ve rijit bir kompozit yapı oluşturmak üzere katılaştırılabilir. Bu şekilde üretilen iki boyutlu (2D) saç örgü kompozitleri yaklaşık 50 yıldan beri uçak ve inşaat endüstrisinde kullanılmaktadır. Ancak bu yapı kripten dolayı zayıf darbe dayanımına sahiptir ve kalınlık yönünde bağlayıcı lifler (Z-lifleri) olmadığı için delaminasyon direnci ve kırılma tokluğu düşüktür [5]. Öte yandan iki boyutlu (2D) saç örgü kompozitlerin üretimi çok emek-yoğun olduğu için maliyeti artırmaktadır [7]. İki boyutlu (2D) katlı dikişli saç örgü önşekiller delaminasyon problemini giderse de düzlem içi özellikleri düşürmektedir.

Akiyama *et al.* [30] sadece saç örgü ipliklerden (\pm diyagonal yönleri) oluşan bir saç örgü kumaş geliştirdiler. Bu yapıda saç örgü iplikleri tamamıyla saç örgü kumaşlar oluşturmak üzere birbirleriyle bağlantı yapmaktadır. Bu proseste kumaş kesitine göre

tasarlanmış bir sa örgü gövdesi bulunur. Geleneksel sa örgü iplik taşıyıcıları kullanılmaktadır. Bunlar önceden belirlenmiş bir iplik yörüngesine göre kesişme yaparlar. Daha sonra bölgesel sa örgü kumaşı örme bölgesinden uzaklaştırılır.

Head [31] iki tip sa örgü ipliğe sahip tüp bir sa örgü kumaş geliştirmiştir. Bunlar yüksek modüllü büyük tow boyutuna sahip multifilament ile elastik küçük tow boyutuna sahip multifilamenttir. Büyük tow boyutuna sahip multifilamentler \pm diyagonal yönlerinde yatırılırken, elastik küçük tow boyutuna sahip multifilamentler büyük tow boyutuna sahip multifilamentleri sa örgü tipi bağlantılar yaparak kilitlemiştir.

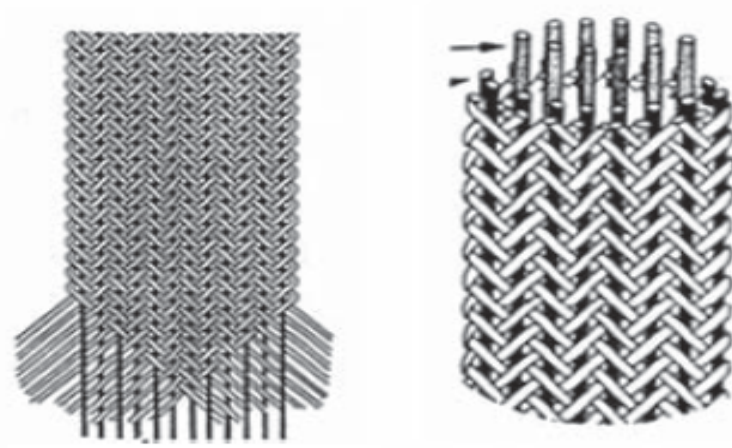
1.1.1.2. Üç Eksenli Sa Örgü Kumaşlar

Üç eksenli sa örgü kumaş temel olarak üç iplik setine sahiptir: \pm sa örgü (\pm diyagonal) ve çözgü (aksiyal) iplik setleridir (Şekil 1.2) [28]. Sa örgü iplikler birbirleriyle aksiyal ipliklerin etrafında yaklaşık 45° açı ile bağlantı yaparken, aksiyal iplikler yapı içinde boydan boya yatırılmış halde bulunurlar. Dolayısıyla üç eksenli sa örgü kumaş oluşturulur. Tam bir dönüş yapmadan kesişme geleneksel sa örgü kumaşla aynıdır, bu da demektir ki – sa örgü iplikler + sa örgü ipliklerin üstünde ve altında konumlanmıştır ve kumaş eni ve boyunca tekrar eder. Bu sa örgü kumaşta genelde aksiyal iplikler arasında tam bir dönüş yapmadan kesişme bölgesinde büyük bir açık alan bulunur. Yoğun kumaşlar da üretilebilir. Ancak geleneksel iki eksenli sa örgü kumaşla kıyaslandığında çok yoğun bir yapı örülemeyebilir. Bu yapı incelenmiş ve üç eksenli sa örgü kumaşın aksiyal yöndeki özelliklerinin iki eksenli kumaşa göre arttığına karar verilmiştir [32].

Boeing Firması sa örgü kumaş üretimi amacıyla büyük ölçekli bir iki boyutlu (2D) dairesel üç eksenli makine geliştirmiştir. Tüp üç eksenli sa örgü kumaş, çözgü (aksiyal) ve \pm diyagonal ipliklere sahiptir. Bir mandrel yardımıyla üç eksenli sa örgü kumaş çeşitli yapısal şekillerde üretilmiştir [16, 33].

Foster-Miller Inc. Firması \pm diyagonal ve çözgü (aksiyal) ipliklere sahip bir sa örgü yapı geliştirmiştir. Önşekil birden fazla üç eksenli kumaş katına sahiptir. Sa örgü işleminde bu katlar birbirleriyle bir dış katmana sahip güçlendirilmiş elemanlar

oluşturmak üzere birleştirilirler. Proses geleneksel iki boyutlu (2D) dairesel üç eksenli saç örgü modifiye edilerek oluşturulmuştur. Bu yöntemde özel olarak tasarlanmış saç örgü iplik taşıyıcısı sayesinde büyük boyutlu bir bobin kullanılabilir [34].



Şekil 1.2. Üç eksenli saç örgü (solda) ve aksiyal iplikli üç eksenli saç örgü (sağda) [28].

Daimler Chrysler AG (şimdi Daimler AG), bir robot kola sahip çok büyük bir iki boyutlu (2D) dairesel üç eksenli saç örgü makinesi geliştirmiştir [35]. Çeşitli mandrel şekilleri kullanmak suretiyle farklı birçok bölgesel iki boyutlu (2D) üç eksenli saç örgü kumaşlar geliştirilmiştir. Fiber Innovation Inc. firması da büyük boyutlu bir dairesel iki boyutlu (2D) üç eksenli saç örgü makinesi geliştirmiştir. Bu iki boyutlu (2D) üç eksenli saç örgü makinesi dairesel bir yatağa, aksiyal rehber tüp, büyük saç örgü iplik taşıyıcısına, şekillendirme, mandrel ve sarım ünitelerine sahiptir. Saç örgü iplik taşıyıcısı önceden belirlenmiş bir yörüngeye göre aksiyal iplik tüpleri etrafında hareket ederek aksiyal iplik etrafında \pm diyagonal yönlenmesi oluşturur. Kumaş oluşturma ünitesi kumaş oluşum çizgisinde yapısal bir sıkılık sağlar. Sarım ünitesi ise yapıyı saç örgü bölgesinden uzaklaştırır. Yapıyı kalınlaştırmak için mandrel üzerinde üst üste saç örgü yapılır. Şu da belirtilmelidir ki geleneksel giyim endüstrisinde olduğu gibi, örülen kumaşlar karmaşık konturlu şekiller oluşturmak için kesilip dikilebilir [36].

Uozumi *et al.* [15] katılaştırılmış saç örgü kompozit üretmek için saç örgü ve olgunlaştırma işlemini birleştirecek bir iki boyutlu (2D) dairesel üç eksenli saç örgü

prosesi geliştirdiler. Bu prosese sa örgü-pultruzyon tekniği ismi verildi. Sa örgü kumaş üretildikten sonra pultruzyon termoset reçine banyosuna beslenmekte ve daha sonra pultruzyon kalıbına taşınarak arzu edilen kumaş kısmının katılaştırılması sağlanmaktaydı. Daha sonra bir testere ünitesi yardımıyla bu parça istenen boyda kesilmekteydi.

Hamada *et al.* [37] havacılık endüstrisi için çeşitli yapısal ön Şekiller üretmek amacıyla bir teknik geliştirdiler. İki boyutlu (2D) üç eksenli dairesel sa örgü kumaş üretildikten sonra istenen ara kesite göre Şekli deforme edilmekte ve katlarlar arası mukavemet sağlamak amacıyla dikilmekteydi. Deformasyon aşamasında isteğe bağlı olarak herhangi bir çekirdek yapı eklemek mümkündü.

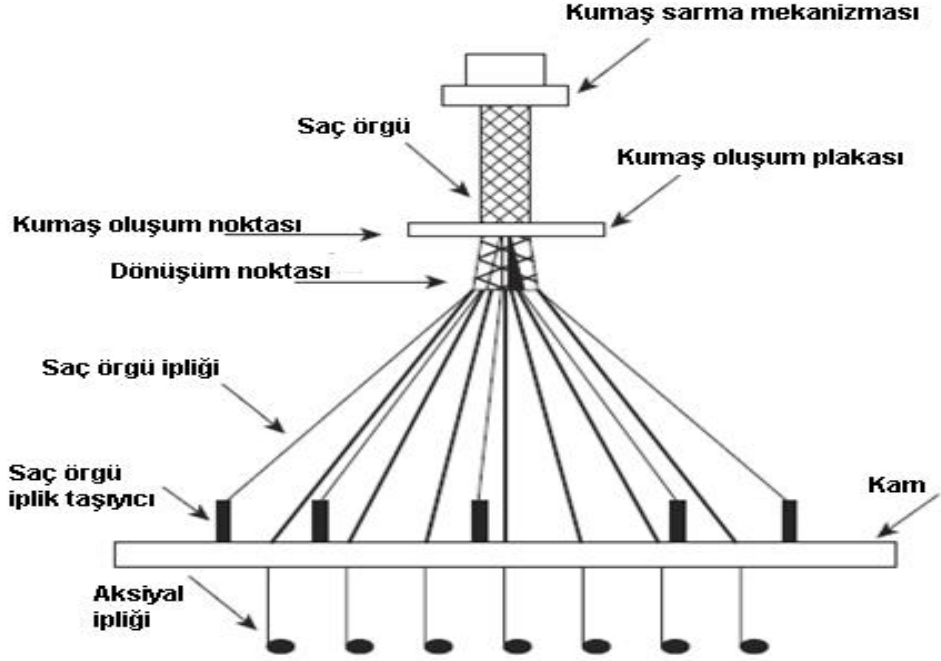
Klein [38], \pm diyagonal iplikleri ve çözü (aksiyal) ipliklerden oluşan bir tüp üç eksenli sa örgü yapı geliştirdi. \pm Diyagonal iplikleri birbirinin yanında konumlandırılmış ve çözü (aksiyal) iplikler ile kilitlenmişti. Aksiyal iplikler tam bir dönüş yapmadan kesişme tipi bir bağlantı yapmaktaydı. A&P Teknoloji Inc. Firması sa örgü ile filament sarma proseslerini birleştirdi. Yapıda iki tip iplik bulunmaktaydı: Küçük tow elastik sa örgü iplikler ve büyük tow boyutlu yüksek modüllü çözü iplikleri [39]. Elastik sa örgü iplikler çözü ipliği etrafında birbirleriyle tam bir dönüş yapmadan kesişme yaparak tüp üç eksenli sa örgü kumaş oluşturmaktaydı.

1.1.2. Üç Boyutlu (3D) Sa Örgü Kumaşlar

1.1.2.1. Dört Adımlı Sa Örgü Yöntemi

Dört adımlı yöntemle üretilmiş sa örgü kumaş, kompozit takviyesinde kullanılmak üzere üretilen ilk üç boyutlu tekstil önŐekilidir. Bu önşekil 1960'lı yılların sonunda roket motoru bileşenlerinde kullanılan üç boyutlu karbon-karbon kompozitleri için üretilmiş ve %30-50 ağırlık düşüşleri sağlamıştır [40]. Dört adımlı sa örgü prosesinde, ara kesitte satır ve sütun yönlerinde konumlanmış bir boyuna iplik seti bulunur. Her bir makine döngüsünde en az dört farklı hareketle bu iplikler birbirleriyle bağlantı yaparlar. Sa örgü iplik taşıyıcıları, birbirleriyle göreceli durumları önceden belirlenmiş bir yörünge üzerinde matris içinde aynı anda hareket ederek sa örgü ipliklere bağlantı

yaptırırlar. Bu suretle sa örgü öñşekil oluşturulmuş olur. Şekil 1.3'de üç boyutlu (3D) sa örgü makinesinin şematik görünümü verilmiştir [28].

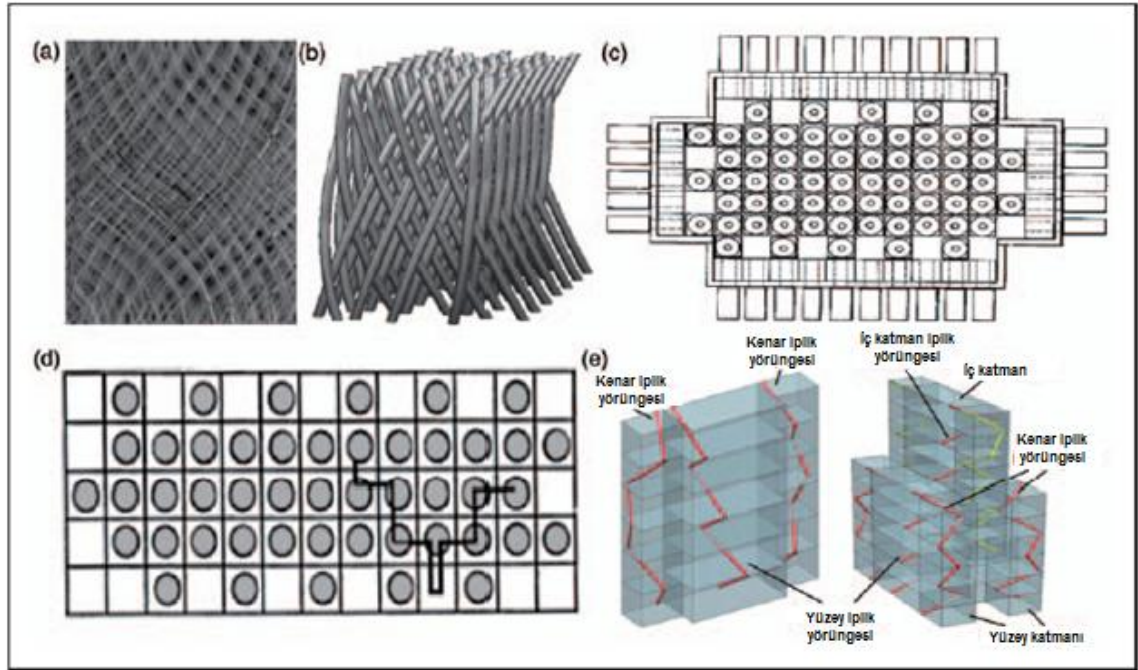


Şekil 1.3. Üç boyutlu (3D) sa örgü makinesinin şematik görünümü [28].

Florentine [41] bir üç boyutlu (3D) sa örgü öñşekil ve tekniği geliştirmiştir. Bu yöntemde öñşekil tabakalandırılmakta ve iplikler önceden belirlenmiş bir yörüngeye göre birbirleriyle bağlantı yapmaktadırlar. Bu yolla iplik kumaş kalınlığından geçerek sapmaktadır. Bunun sonucunda kumaş kalınlığı 10-70° arasında bir değer almaktadır. Bu proste makine yatağında bireysel satır ve sütun düzenleri dikdörtgen şeklinde bir dizilişe sahiptir. Her bir bireysel satır Şekil 1.4'de görülen dört farklı kartezyen hareketi yapmak için birer sa örgü iplik taşıyıcısına sahiptir [41-43].

Brown [44] ve Brown ve Ratliff [45] bir üç boyutlu (3D) dairesel sa örgü kumaş geliştirmişlerdir. Kumaş bir adet iplik setine sahiptir. Bu iplikler birbirleriyle bağlantı yaparak dairesel tamamıyla sa örgü yapı oluşturmaktadır. Bu proste bir eş eksene bağlanmış eş merkezli çemberler bulunmaktadır. Sa örgü iplik taşıyıcıları çemberlerin iç çapına çevresel olarak monte edilmiştir. Çemberler ön şekil kalınlığına göre kenardan kenara ayarlanmıştır. Çemberler önceden belirlenen yörüngeye göre sadece bir sa örgü

iplik taşıyıcısı mesafesinde dönerler. Daha sonra saç örgü iplik taşıyıcıları aksiyal yönde yer değiştirirler. Bundan sonra döngüler yukarıdaki sıralamayla tekrar eder. Kumaş silindir duvarı kalınlığı boyunca ve silindir yüzeylerinde \pm diyagonal sarmal yörüngeye sahiptir.



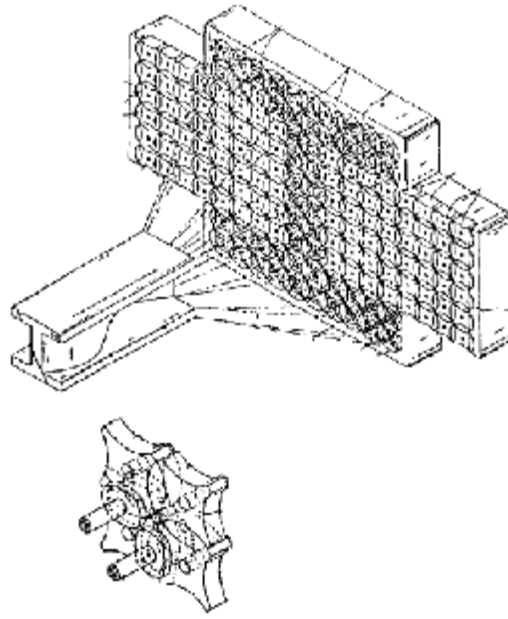
Şekil 1.4. Üç boyutlu (3D) saç örgü önşekil ve yöntem. Dört adımlı yöntem temsili önşekil [42] (a), saç örgü önşekilinin birim hücresi [42] (b), 3D saç örgü makinesinin şematik görünümü [41] (c), iplik taşıyıcı yörüngesi [43] (d), dört katlı (solda) ve altı katlı (sağda) 3D temsili saç örgü önşekilinin içinde ve kenarında saç örgü iplik yörüngesi [42] (e).

1.1.2.2. Dönel Saç Örgü Yöntemi

Üç boyutlu (3D) dönel saç örgü maypole saç örgünün bir uzantısıdır [46, 47]. Bu yöntemde saç örgü taşıyıcısı ana plaka üzerinde bağımsız ve rastgele olarak hareket edebilir ve böylece her bir saç örgü ipliği üç boyutlu (3D) önşekil üretecek şekilde konumlanıp bağlantı yapabilir [15, 18, 48].

Tsuzuki *et al.* [49] birden fazla satır ve sütundan oluşan bir matris biçiminde düzenlenmiş yıldız şekilli rotorları kapsayan bir üç boyutlu (3D) saç örgü

tasarlamışlardır (Şekil 1.5). Dört adet iplik taşıyıcısı bir rotoru çevreleyerek dört diyagonal yönde hareket edebilir. Bu yönler rotorun dönüşüyle belirlenir. Aksiyal ipliklerin eklenmesi ve saç örgü ipliklerin eklenip çıkartılması suretiyle I-çubuk, H-çubuk, TT-çubuk gibi farklı kumaş geometrileri oluşturulabilir. Bir dönel adım motorunun geliştirilmesiyle makine hızının arttığı belirtilmiştir [50].



Şekil 1.5. Tsuzuki tarafından tasarlanan 3D saç örgü yöntemi [49].

1.1.3. Üç Boyutlu (3D) Aksiyal Saç Örgü Kumaşlar

1.1.3.1. Maypole Saç Örgü Yöntemi

Maypole tekniği ile çözü (aksiyal) ve saç örgü iplikler olmak üzere iki iplik setinden oluşan bir üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı saç örgü yapı oluşturulabilir. Saç örgü iplikler çevresel yörüngeler etrafında ileri-geri radyal hareketler yaparak sabitlenmiş çözü (aksiyal) ipliklerle bağlantı yaparlar.

Uozumi [51] ±diyagonal (saç örgü) ve çözü (aksiyal) ipliklere sahip bir üç boyutlu (3D) dairesel saç örgü kumaş geliştirmiştir. Saç örgü yöntemiyle özellikle yapısal

birleşim, birleştirici ve flange tüpü gibi kalın ve çeşitli kesitlere sahip kumaşlar üretilmiştir [15].

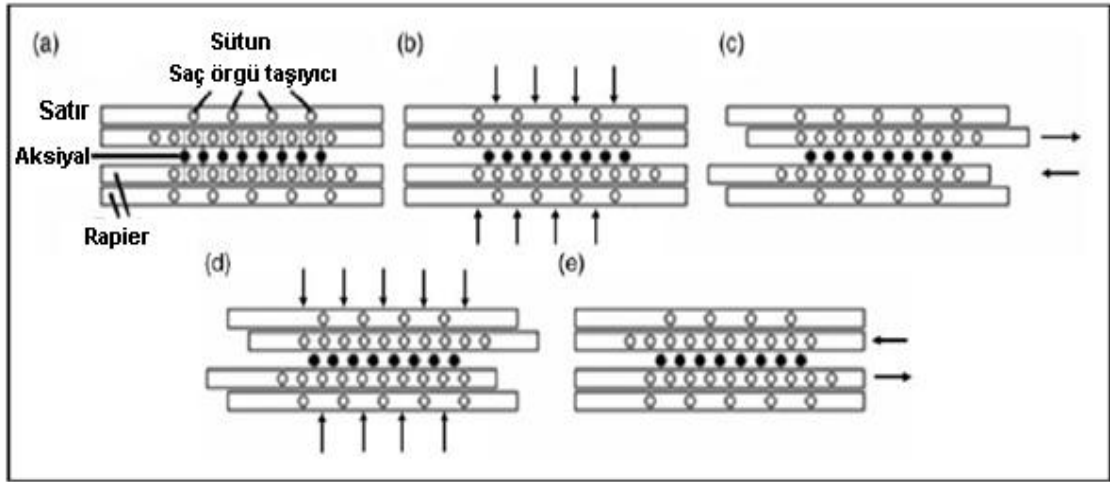
Brookstein *et al.* [52, 53] ve Brookstein [54] saç örgü iplikleri (\pm diyagonal iplikleri) ve çözgü (aksiyal) iplikler içeren tüp bir kumaş geliştirmişlerdir. Saç örgü iplikler her bir aksiyal ipliğin etrafında bağlantı yapmakta, böylece her bir aksiyal ipliği bulunduğu konumda kilitlemektedir. Bu bağlantılar sarmal bir yapı oluşturmaktadır. Bu proseste boynuz dişlisi tipi bir makine yatağı silindirik olarak düzenlenmiş, böylece aksiyal ve saç örgü iplik taşıyıcıları silindirin çapı içinde konumlanmıştır. Bu suretle yapıya kat eklemek kolaylaşmakta ve yapı daha kompakt hale gelmektedir. Bu proseste çözgü (aksiyal) iplik beslemesi vardır. Saç örgü iplikler bir boynuz dişlisi mekanizması ile hareket ettirilerek aksiyal iplik etrafında önceden belirlenmiş bir yörüngede hareket ederler. Kumaş, sarma mekanizması tarafından uzaklaştırılır. Üretilen kumaş kalın tüp yapılar üretmeye çok uygun olmasının yanında bir mandrel yardımıyla farklı geometriler oluşturulması için de potansiyele sahiptir [55].

Temple [56] saç örgü (\pm diyagonal) ve aksiyal iplik katlarından oluşan bir üç boyutlu (3D) saç örgü tüp kumaş geliştirmiştir. \pm Diyagonal iplikler aksiyal iplik ağının dairesel-radyal düzeninin oluşturduğu spiral yörüngenin içinden geçer. Böylece, \pm diyagonal iplikleri yapı duvarının kalınlığı boyunca konumlanırlar ve önceden belirlenen yörüngeye göre yüzeyin içinde ve dışında bulunurlar. Makine yatağında aksiyal tüpler eş merkezli bir çember-radyal sütun içinde konumlanırlar. Saç örgü iplik taşıyıcısı önceden belirlenmiş spiral şeklindeki yörüngeyi izler. İplik taşıyıcısının dönüşü bir dişli mekanizması tarafından sağlanır.

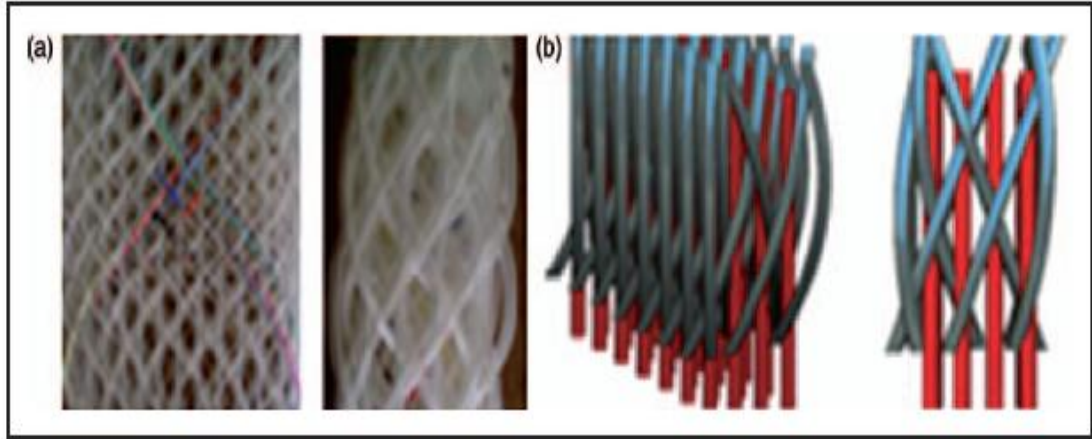
1.1.3.2. Dört Adımlı Saç Örgü Yöntemi

1x1 yapıya sahip üç boyutlu (3D) saç örgü önşekil üretmek için saç örgü iplik taşıyıcısı ve aksiyal iplikler Şekil 1.6'da görüldüğü gibi satır ve sütunlardan oluşan bir matris şeklinde düzenlenir. Birinci adım saç örgü taşıyıcıların sütun yönünde ardışık ve ters hareketidir (b). İkinci adım rapierdeki saç örgü taşıyıcıların satır yönünde ardışık ve ters hareketidir (c). Üçüncü adım saç örgü taşıyıcıların yeniden sütun yönünde ardışık ve ters hareketidir (d). Dördüncü adım rapierdeki saç örgü taşıyıcıların yine satır yönünde ardışık ve ters hareketidir (e). Bu adımlar istenen ön şekil boyuna göre tekrar ettirilir.

İstenen önşekil boyutuna göre satır ve sütun yönünde saç örgü taşıyıcılar ve aksiyal ipliklerin sayısı artırılabilir [57]. Şekil 1.7'de temsili üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü önşekil ve birim hücre görülmektedir.



Şekil 1.6. Üç boyutlu aksiyal saç örgü önşekilinin üretim prensibi (adım (a)-(e)) [57].



Şekil 1.7. Üç boyutlu temsili aksiyal saç örgü önşekil (a), birim hücre (b) [57].

1.1.3.3. İki Adımlı Saç Örgü Yöntemi

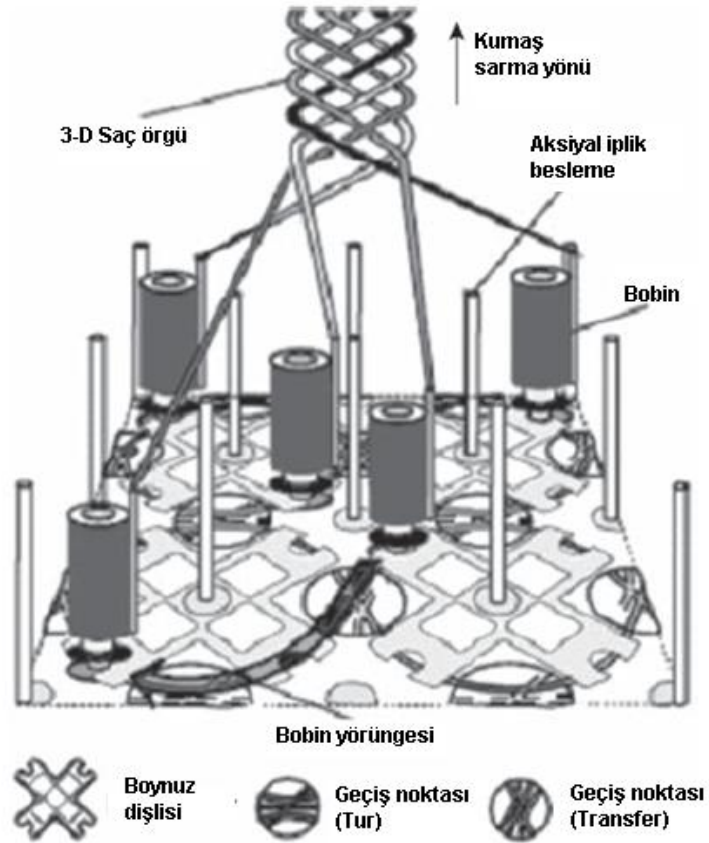
İki adımlı saç örgü prosesinde aksiyal iplikler saç örgü yapının kesit geometrisine göre matris dizilişinde düzenlenirler. Saç örgü iplikler aksiyal dizilişin değişen diyagonalleri boyunca hareket ederek aksiyal iplikleri kilitler ve istenen şekilde tutarlar. İpliklerin

düzenlenmesi nispeten az sayıda saç örgü iplikle yönsel güçlendirme ve yapısal şekil sağlar. Ayrıca bu durum daha az saç örgü iplik taşıyıcısı gerektirdiği için prosesin otomasyonunu basitleştirir. İki adımlı saç örgü prosesi her bir saç örgü iplik taşıyıcısı tarafından yapılan iki farklı hareket içerir [23-58]. Aynı zamanda bu yöntemle T, H, TT ve dallı saç örgü önşekil yapıları gibi birçok farklı saç örgü önşekil üretilebilir [23].

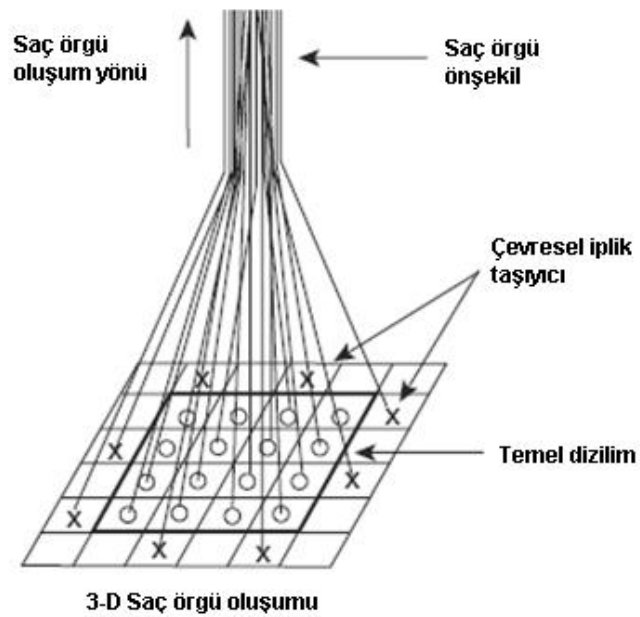
McConnell ve Popper [59] bir üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü kumaş geliştirmişlerdir. Önşekilde kesit şekline göre düzenlenmiş katlı ve aksiyal iplikler bulunmaktadır. Saç örgü iplikler ise düzene göre satır ve sütun yönlerinde aksiyal katları arasındaki boşluklardan geçmektedir. Bu yolla, saç örgü iplikler yapının kalınlığı ve yüzeyi boyunca vevli bir yönelme oluşturacak şekilde bağlantı yapmaktadır. Bu proseste bir makine yatağı, aksiyal ünitesi, saç örgü taşıyıcısı ve sıkıştırma ünitesi bulunmaktadır. Saç örgü iplik taşıyıcısı saç örgü tipi bağlantı oluşturmak için aksiyal ünitesinin etrafında önceden belirlenen yörüngeye göre hareket ederek iki farklı kartezyen hareketi yapar. Aksiyal ünitesi aksiyal (0°) iplikleri makine yönünde besler. Sıkıştırma ünitesi ise ön şekli oluşturur [60].

1.1.3.4. Rotary Saç Örgü Yöntemi

Langer *et al.* [61] ve Schneider *et al.* [48-62] birden fazla aksiyal iplik ağına ve saç örgü ipliğe sahip bir üç boyutlu (3D) saç örgü üretmek için bir yöntem ve makine geliştirdiler [48, 61, 62]. Tsuzuki'nin rotor saç örgü yöntemine benzeyen bu yöntem üç boyutlu (3D) dönel saç örgü adı verildi. Makine düz satır-sütun düzenine sahip boynuz dişlilerinden oluşmaktadır. Her bir boynuz dişlisi farklı servo motorlar tarafından hareket ettirilmektedir (Şekil 1.8 ve Şekil 1.9) [28]. Yine her bir boynuz dişlisinde de aksiyal iplik kılavuzunun, saç örgü iplik taşıyıcısının ve boynuz dişlilerinin duruş ve dönüşünü kontrol eden fren mekanizması bulunmaktadır. Bu makine bir bilgisayar destekli tasarım ünitesi (CAD) yardımıyla farklı kesitlere sahip çeşitli saç örgü önşekiller üretme kapasitesine sahiptir. Diğer yandan şu da rapor edilmiştir ki, dönel saç örgü yöntemi ile aksiyal saç örgü önşekil üretilirken bağımsız kontrol edilen önceden programlanmış düzene göre iplik taşıyıcılarını boynuz dişlileri arasında çiftler halinde hızlıca transfer etmektedir [63, 64].



Şekil 1.8. Üç boyutlu (3D) rotary saç örgü makinesi [28].



Şekil 1.9. 3D rotary saç örgü prensibi [28].

1.1.4. Çok Eksenli Üç Boyutlu (3D) Saç Örgü Kumaşlar

1.1.4.1. Altı Adımlı Saç Örgü Yöntemi

Altı adımlı yöntemle üretilen çok eksenli üç boyutlu (3D) saç örgü yapı \pm saç örgü iplikleri, çözgü (aksiyal) iplikleri, atkı iplikleri ve Z ipliklerinden oluşur. Saç örgü iplikleri ortagonal iplik setleriyle bağlantı yaparak çok eksenli üç boyutlu (3D) saç örgü ön şekli oluştururlar. Çok eksenli üç boyutlu (3D) saç örgü yapının enine yönde özellikleri geliştirilmiş ve yapının yönsel Poisson oranları birbirine eşitlenmiştir. Bu proseste her bir döngüde altı farklı adım bulunur. Adım 1 ve 2'de \pm saç örgü iplikleri dört adımlı yöntemde olduğu gibi aksiyal ipliklerin çevresinde bağlantı yapar. Adım 3'de atkı iplikleri enine yönde yerleştirilir. Adım 4 ve 5'de \pm saç örgü iplikleri dört adımlı yöntemde olduğu gibi aksiyal ipliklerin çevresinde bağlantı yapar. Adım 6'da ise Z iplikleri kalınlık yönünde yerleştirilir [65].

Altı adımlı yöntemle üretilen bir diğer çok eksenli üç boyutlu (3D) saç örgü yapıda, düzlem içi yerleştirilen \pm diyagonal iplikleri ile düzlem dışı yerleştirilen çözgü iplikleri (aksiyal), radyal iplikleri (Z iplikleri) ve \pm saç örgü iplikleri bulunmaktadır [46]. Saç örgü iplikler aksiyal iplikler ile bağlantı yaparken \pm diyagonal iplikleri yapının yüzeyinde yönlendirilmiş ve radyal iplikler tarafından diğer iplik setlerine kilitlenmiştir. Çok eksenli üç boyutlu (3D) saç örgü yapının enine yönde özellikleri artırılabilir ve yönsel Poisson oranlarındaki farklar azaltılabilir. Bu proseste her döngüde altı farklı adım bulunur. Adım 1 ve 2'de \pm saç örgü iplikler dört adımlı yöntemde olduğu gibi aksiyal iplikler etrafında bağlantı yapar. Adım 3'de \pm diyagonal iplikler yapının yüzeyine yatırılır. Adım 4'de radyal iplikler yapının kalınlık yönünde hareket ederek \pm diyagonal ipliklerini \pm saç örgü ipliklere ve aksiyal ipliklere kilitler. Adım 5 ve 6'da \pm saç örgü iplikler dört adımlı yöntemdeki gibi aksiyal ipliklerin etrafında bağlantı yapar.

1.1.4.2. Çok Adımlı Saç Örgü Yöntemi

Kostar ve Chou [66] bir bilgisayar algoritmasını esas alan çok adımlı bir saç örgü prosesi geliştirdiler. Bu yolla, iplikler kumaş kalınlığında büyük bağlantı açıları yapmakta ve sonuçta büyük boyutlu bir birim hücre oluşmaktadır. Buna ek olarak, dört

adımlı ve iki adımlı proseslerin birim hücreleriyle mukayese edildiğinde iplikler birim hücre içinde daha çok pozisyon değiştirebilmektedir. Bu yapılara örnek olarak birleştirme elemanı, iplik eklemeli ya da boşluklu yapılar verilebilir [24].

1.2. Saç Örgü İplik Taşıyıcısı

İplik taşıyıcısı saç örgüde temel bir elemandır. İplik taşıyıcısı saç örgü bobinini taşır ve iplik üzerinde sabit bir gerilim sağlar. Saç örgü prosesi sırasında gerekli ipliği besler. Ayrıca fazla iplik uzunluğunu da kompanse eder. Bobin ve taşıyıcı boyutu, kumaş boyutu esas alınarak tasarlanır. Geleneksel bir iplik taşıyıcısında saç örgü ipliğinde önceden belirlenen gerilimi sağlamak için yay tipi bir gerdirme elemanı bulunur [67, 68]. Bu eleman gerektiğinde ipliği beslemek için bir tırnak dişlisi tipi salım mekanizmasına sahiptir. Bu mekanizma beslenen iplik uzunluğu örülünce bobini kilitler.

Saç örgü işlemi sırasında iplikteki gerilme varyasyonlarını önlemek için yeni bir taşıyıcı geliştirilmiştir. Bu taşıyıcı özellikle yatay saç örgü için çok uygundur. Bu taşıyıcı saç örgü ipliği için rezervuar görevi yapan bir makaraya; saç örgü taşıyıcısının makine plakasında yer değiştirmesi sırasında iplik üzerindeki gerilimi sabit tutan bir spiral yay; iplik besleme sırasında makarayı salacak ve fazla ipliğin geri sarılarak örme bölgesinden uzaklaştırılmasını sağlayacak bir manyetik frene sahiptir. Taşıyıcı spiral yay ve manyetik freni makaraya bağlayan bir dişli takımına sahiptir [69-73]. Bu taşıyıcının temel avantajı geleneksel taşıyıcıdaki gibi bir kompanse limitinin olmamasıdır. Ancak, bu yeni taşıyıcı makara boyutu nedeniyle kısıtlı iplik uzunluğuna sahiptir.

1.3. Üç Boyutlu (3D) Saç Örgü Kumaşlarda Birim Hücre Özellikleri ve Açılma Koşullarının Değerlendirilmesi

1.3.1. Birim Hücre Yapısı

Saç örgü yapılarında örgülerin, dört adımlı yöntemle üretilen üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü birim hücre yapılarını etkilediği gösterilmiştir. Tek numaralı satırlardaki örgüler (1x1 ve 3x1) tamamıyla iç içe bağlantılı entegre birim

hücre yapıları oluştururken, çift numaralı satırlardaki örgüler (2x1 ve 4x1) birim hücre yapısının kenarında kattan kata bağlantılar oluşturmuştur. Her bir saç örgü katının arasında bir boşluk bulunmaktadır. Birim hücre yapısı 1x1 örgülerinde ince bir bağlantıya sahipken diğer saç örgü örgüleri için kalın bir bağlantıya sahiptir. Diğer yandan kat sayısı üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü birim hücre yapısını etkilemektedir. Katların sayısı arttıkça bütün saç örgü örgüleri için birim hücre yapısının kalınlığı artmaktadır. Ayrıca aynı kat sayıları için 1x1 örgülerinde birim hücre yapısının kalınlığı diğer örgülere göre daha azdır. Bu da göstermiştir ki, 1x1 hariç bütün saç örgü örgüleri kalın bir birim hücre yapısı ile sonuçlanmıştır [42]. Açılma koşulları bütün saç örgüleri için üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü birim hücre yapılarını önemli ölçüde etkilemektedir. Minimum şartta birim hücre yapısının genişliğini azaltırken, maksimum şartta genişliği artırmaktadır. 1x1 örgülerinde birim hücrede genişlik azalması 2x1, 3x1 ve 4x1 örgülerine göre fazladır. Ancak 1x1 örgülerinde birim hücre yapısındaki genişlik artışı diğer örgülere göre biraz daha yüksektir. Ayrıca, minimum şartta üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgülerin birim hücre yapılarının yoğunluğunu artırırken, maksimum şartta bu yoğunluğu azaltmıştır [42, 57].

1.3.2. Birim Hücre Açısı

Saç örgü örgüleri dört adımlı yöntemle üretilen üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü birim hücre yapılarında iplik açılarını çok az miktarda etkilemektedir. Üç boyutlu (3D) saç örgü ön şekilde saç örgü örgüleri 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde saç örgü açısı çok az miktarda azalmıştır. Bununla birlikte saç örgü örgüleri 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde yüzey açısı artmıştır. Kat sayısının artırılmasının saç örgü açısını önemli şekilde etkilemediği görülmüştür. Üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü ön şekilde saç örgü örgüleri 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde saç örgü açısı az miktarda artmıştır. Bununla birlikte saç örgü örgüleri 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde yüzey açısı çok az miktarda artmıştır. Kat sayısının artırılmasının ise saç örgü açısını etkilediği görülmüştür [42, 57]. Açılma koşulları üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü birim hücre yapılarında iplik açılarını etkilemektedir. Minimum şartta üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal

saç örgü birim hücre yapılarında yüzey açısını azaltırken, maksimum şartta yüzey açısını artırmıştır.

1.3.3. Birim Hücre İplik Uzunluğu

Kat sayısı üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü birim hücre yapılarında iplik uzunluğunu etkilemektedir. Kat sayısının artırılmasıyla saç örgü ve yüzey iplik uzunlukları ile üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü birim hücre yapılarında çok katlı iplik uzunlukları artmıştır. Ancak, kat sayısının artırılması aynı zamanda yüzey yay uzunluğunun, köşe iplik uzunluğunun ve kenar iplik uzunluğunun azalmasına neden olmuştur. Açılma koşullarının üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü birim hücre yapılarında iplik uzunluğunu etkilemediği görülmüştür [42, 57].

1.3.4. Birim Hücre İplik Yörüngesi

Çalışmalar kat sayısının artırılmasının ilave bir iplik yörüngesi oluştuğunu göstermiştir. Üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü birim hücre yapılarının kenarlarında oluşan bu iplik yörüngesine “yapı kalınlığından dolayı oluşan iplik yörüngesi” adı verilmektedir. Bu yörünge üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü kompozitlerinin mekanik özelliklerini etkileyebilir. Bu durum özellikle son ürün şekline yakın kalın üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal ön şekillerin ve kompozitlerin üretiminde önemlidir [42, 57].

1.4. Saç Örgü Kumaşlar ve Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Kamiya [3], Ko [4] ve Chou [5] 2D ve 3D saç örgü kumaş ve kompozitlerini açıklamışlardır; kompozit yapısal bileşenin tasarımı temel olarak yükleme koşullarına ve son kullanım yerine bağlıdır. Tekstil yapısal kompozit malzemelerde temel parametreler, monofilament veya multifilament iplik ve matris özellikleri, toplam ve yönsel hacimsel oran, önşekil mimarisi, mimaride iplik oryantasyonu ve önşekil şeklidir. Bu parametreler son kullanım gereksinimleri ile birlikte önşekil üretim tekniklerini belirler. Bunun için sofistike hesaplama teknikleri ile entegre edilmiş bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD-CAM) kontrollü önşekil ve kompozit üretim

makineleri gerekir [3, 5]. Tekstil yapısal kompozitlerin karmaşık hasar mekanizmalarını anlamak, direngenlik ve mukavemet özelliklerini tahminlemek için bilgisayar destekli nümerik yöntemler yardımıyla birçok hesaplama tekniği geliştirilmiştir [3-5]. İki boyutlu (2D) iki eksenli ve üç eksenli saç örgü kumaşların eksen dışı yönlerde iyi bir dengeye sahip olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca bu kumaşlar iyi dökümlülükleri nedeniyle karmaşık şekilli parçalar üretmeye uygundur. İki boyutlu (2D) saç örgü otomatikleştirilmiş bir önşekil prosesidir. Ancak, iki boyutlu (2D) iki eksenli ve üç eksenli saç örgü önşekiller kısıtlı kalınlık ve boyutlar ile düşük düzlem dışı özelliklere sahiptir [3-5]. Üç boyutlu (3D) saç örgü değerlendirilecek olursa, üç boyutlu (3D) saç örgü önşekil yüksek düzlem dışı özelliklere sahiptir ve karmaşık şekilli parçaların üretimi için dökümlülük özelliği yüksektir. Aynı zamanda son ürün şekline yakın önşekillerin üretimi de mümkündür. Bu proses yarı-otomatiktir. Ancak, yavaştır ve boyut kısıtlamalarına sahiptir. Buna ek olarak, tutarlı önşekillerin üretilmesi zordur [3-5]. Kamiya *et al.* [3] üç boyutlu (3D) saç örgü kumaşları ve yöntemleri diyagonal iplik yerleşimi, üniformite, kat sayısı ve kalınlık boyunca takviye açısından karşılaştırmışlardır. Üç boyutlu (3D) saç örgü kumaşların ve yöntemlerin halihazırda olduğu sonucuna varmışlardır. Daha genel bir karşılaştırma ise Tablo 1.1'de verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi üç boyutlu (3D) saç örgü kumaş parametreleri iplik setleri, bağlantı yöntemi, iplik yönleri, önşekil şekli, kat sayısı ve hacimsel orandır. Üç boyutlu (3D) saç örgü proses parametreleri ise önceden belirlenmiş iplik yörüngesine göre yatak konumları, parça ya da sürekli üretim gibi üretim tipi, saç örgü iplik taşıyıcısı tipi, taşıyıcıdaki iplik hacmi, paketleme ve gelişme aşamasıdır. İki eksenli ve üç eksenli saç örgü kumaşlar ve üç boyutlu (3D) saç örgü kumaşlar gelişmiş ve ticari olarak mevcuttur. Ancak ilave iplik setlerine sahip çok eksenli üç boyutlu (3D) saç örgü kumaşlar hala erken gelişme evresindedir [74].

1.5. Üç Boyutlu (3D) ve İki Boyutlu (2D) Saç Örgü Kumaşların Kompozit Özellikleri

Üç boyutlu (3D) saç örgü kumaşlar yapısal tasarımın yükleme koşullarına bağlı olduğu birçok farklı uygulama için kompozit yapısal bileşenler tasarlamak için kullanılır. Burada temel parametreler iplik ve matris özellikleri, hacimsel oran, önşekil tipi, önşekil içinde iplik oryantasyonu ve önşekil geometrisidir. Bu parametreler son kullanım

gereksinimleri ile birlikte önşekilin üretim tekniğini belirler. Tekstil yapısal kompozitlerin karmaşık hasar mekanizmalarını anlamak, direngenlik ve mukavemet özelliklerini tahminlemek için bilgisayar destekli nümerik yöntemler yardımıyla birçok hesaplama tekniği geliştirilmiştir [3]. Bu bilgisayar programlarından bazıları iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) saç örgü önşekil yapıların elastik özelliklerini hesaplayan ve kademeli hasar ve hasar analizini de içeren çok kapsamlı bir program olan TEXCAD [75], üç boyutlu (3D) saç örgü ve üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü önşekil yapıların direngenlik (stiffness) matrislerini hesaplayan ve mukavemet tahminlemelerini yapabilen CCM-TEX'tir [76].

Tablo 1.1. Üç boyutlu (3D) saç örgü kumaş ve yöntemlerin karşılaştırılması.

Kumaş	İplik setleri	Yöntem	İplik yönleri	Kumaş şekli	Lif hacimsel oranı	Gelişme aşaması
Florentine [41]	Bir	4 adımlı	± Diyagonal (bir açıda düzlem dışı)	Düz ya da karmaşık şekil (çok katmanlı)	Düşük veya orta	Ticari aşama
Brown [44]	Bir	4 adımlı	± Diyagonal (bir açıda düzlem dışı)	Dairesel ya da karmaşık şekil (çok katmanlı)	Düşük veya orta	Ticari aşama
McConnell ve Popper [59]	İki	2 adımlı	±Diyagonal /aksiyal (bir açıda düzlem dışı)	Düz ya da karmaşık şekil (çok katmanlı)	Orta veya yüksek	Ticari aşama
Brookstein [54]	İki	Maypole	±Diyagonal /aksiyal (bir açıda düzlem dışı)	Dairesel ya da karmaşık şekil (çok katmanlı)	Düşük veya orta	Ticari aşama
Tsuzuki [50]	Bir	Rotary	± Diyagonal (bir açıda düzlem dışı)	Düz ya da karmaşık şekil (çok katmanlı)	Orta veya yüksek	Ticari aşama
Schneider <i>et al.</i> [48]	İki	Rotary	±Diyagonal /aksiyal (bir açıda düzlem dışı)	Düz ya da karmaşık şekil (çok katmanlı)	Orta veya yüksek	Ticari aşama
Chen ve El-Shiekh [65]	Dört	6 adımlı	±Diyagonal /aksiyal/atkı/Z ipliği (bir açıda düzlem dışı ve ortagonal)	Düz ya da karmaşık şekil (çok katmanlı)	Orta veya yüksek	Erken prototip aşaması
Bilişik [46]	Dört	6 adımlı	±Diyagonal (düzlem içi) ± Diyagonal /aksiyal/radyal (bir açıda düzlem dışı)	Dairesel ya da karmaşık şekil (çok katmanlı)	Orta veya yüksek	Erken prototip aşaması
Kostar ve Chou [66]	Bir	Çok adımlı	± Diyagonal (bir açıda düzlem dışı)	Düz ya da karmaşık şekil (çok katmanlı)	Orta veya yüksek	Ticari aşama

1.5.1. İki Boyutlu (2D) Saç Örgü Kumaş Kompozitleri

İki boyutlu (2D) dairesel iki eksenli saç örgü kumaşın proses-özellik bağıntıları incelenmiştir. Sabit olmayan koşullarda saç örgü açısındaki anlık değişimleri elde etmek için bir adimsal tepki modeli geliştirilmiştir [77]. İki boyutlu (2D) saç örgü yapıların oluşma ve akış modelleri katılaştırma sırasında incelenmiştir. Düşük saç örgü açısında towlar arası mesafenin geçirgenliği domine ettiği belirtilmiştir. Geçirgenlik ve boşluklu yapı sıvı reçinelerle kalıplama sırasında uniform olmayan akış şekillerine neden olabilir [78]. Buna ek olarak, iki boyutlu (2D) dairesel saç örgü önşekilin geçirgenliği radyal akış deneyi ile ölçülmüş ve üç boyutlu (3D) sonlu hacimler yöntemi ve Darcy kanunu tarafından tahminlenen geçirgenlik değerleriyle kıyaslanmıştır [79].

Saç örgü açısının iki boyutlu (2D) iki eksenli saç örgü kompozitin mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. İki boyutlu (2D) saç örgü kompozitin eğilme modülü ve eğilme mukavemeti saç örgü açısının artması ile düşmüştür [80]. Diğer yandan saç örgü kompozitlerde en yüksek statik eğilme özelliklerine yaklaşık 15° olan en küçük saç örgü açısı ile ulaşıldığı gösterilmiştir [81]. Yine iki boyutlu (2D) iki eksenli 2x2 örgülerine sahip saç örgü kumaş kompozitlerinin elastik modülü ve mukavemet özellikleri üç boyutlu (3D) sonlu elemanlar mikromekanik modeli ile çalışılmıştır. Bu kumaşlar farklı yükleme koşullarında gösterdikleri hasar modları açısından aynı özellikte 2x2 dimi kumaşlarla kıyaslanmıştır [82].

İki boyutlu (2D) üç eksenli saç örgü silindirlerin iki eksenli basma mukavemeti özellikleri incelenmiştir. Aksiyal basma mukavemetinin iplik yörüngesindeki dalgalanmalara karşı hassas olduğu görülmüştür. İki boyutlu (2D) üç eksenli saç örgü kumaş kompozitlerinin saç örgü (diyagonal) yönünde basma ve çekme mukavemetleri çözümlü (aksiyal) yöne göre oldukça düşüktür [83]. Diğer bir çalışma iki boyutlu (2D) üç eksenli saç örgü kumaş kompozitlerinin tek eksenli ve iki eksenli basma özelliklerini incelemiştir. Tabakalı plakalar teorisinin düşük saç örgü açıları için iyi direnç tahminlemeleri sağladığı, bunun yanında lif yönlenme modelinin farklı saç örgü açılarına sahip önşekiller için iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir [84]. İki boyutlu (2D) iki eksenli ve üç eksenli silindirik lif önşekil kompozitlerin patlama mukavemetleri çalışılmıştır. İki eksenli saç örgü silindirde başlangıç kırıkları filament towlar yönünde

yönlenirken üç eksenli saç örgü silindirde başlangıçtaki kırıklar yapının boyu yönünde ortaya çıkmıştır [85].

İki boyutlu (2D) üç eksenli saç örgü kumaş kompozitlerinin geometrik karakteristikleri ile elastik modülünün tahminlenmesi için, birim hücre geometrisini ve ortalama tekniğini esas alan bir analitik model geliştirilmiştir. Saç örgü açısının ve lif hacimsel oranının geometrik modelden elde edildiği belirtilmiştir. Bu analitik model her bir takviye elemanı ve matrisin hacimsel oranını esas alarak koordinat transformasyonu, direngenlik ve elastisite sabitlerinin ortalanmasını kullanmaktadır. Ortalama yönteminin saç örgü açısı küçük olduğunda veya aksiyal ipliklerin tow boyutu saç örgü ipliklerinkine göre çok daha büyük olduğunda daha doğru sonuçlar verdiği belirtilmiştir [86]. İki boyutlu (2D) üç eksenli saç örgü kompozitin tekrarlayan birim hücrelerinin efektif direngenliğinin tahminlenmesi için enerji bazlı bir makro yapı modeli geliştirilmiştir [87, 88]. Buna ek olarak, bir iki boyutlu (2D) üç eksenli saç örgü karbon/epoksi J-kesitli çerçeve yapı geliştirilmiştir. Bu yapı ABAQUS ve TEXCAD bilgisayar programları ile analiz edilmiştir. ABAQUS sonuçlarının ilk büyük hasar olayına kadar deneysel sonuçlarla kabul edilebilir derecede yakın sonuçlar verdiği rapor edilmiştir [75, 89, 90].

1.5.2. Üç Boyutlu (3D) Saç Örgü Kumaş Kompozitleri

Üç boyutlu (3D) saç örgü kumaş kompozitlerini modelleme çalışmaları genelde birim hücrelerin geometrik modeli, örgü tipi ve sarım hızı gibi anahtar proses parametrelerinin belirlenmesi, saç örgü açılma koşullarını kısıtlayıcı geometriler, saç örgü iplik oryantasyonu ve lif hacimsel oranı gibi mikroyapısal karakterler, iplik ve matrisin özelliklerini içerir [91].

Birim hücre yaklaşımını esas alan matematik model saç örgü örgü tipi, sarım hızı ve iplik geometrisi gibi anahtar proses değişkenlerini kullanarak iplik oryantasyonu, lif hacimsel oranı ve iplikler arası boşluklar gibi üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitlerin yapısal özelliklerini tahminlemiştir. Kısıtlayıcı geometri yapıdaki iplik açılma koşulları dikkate alınarak hesaplanmıştır. İplik açılma faktörünün kullanılması üç boyutlu (3D) saç örgü önşekiller için izin verilen bütün geometrik düzenlerin belirlenmesini mümkün kılar [92]. Diğer yandan ipliklerin gruplanması saç örgü prosesinin iteratif simülasyonu

tarafından sağlanmak suretiyle karmaşık üç boyutlu (3D) saç örgülerin tasarımı çalışılmıştır. Bu yöntem universal yöntem ismi verilmiştir. Bu yöntemin kullanılmasıyla karmaşık kesitli saç örgüler yapı eni boyunca lif güçlendiricileri, yapı içine sokulan materyallerle birlikte üretilmektedir [93]. Kontrol hacim yöntemi kullanılarak karmaşık dairesel kesite sahip bir üç boyutlu (3D) saç örgü 1x1 önşekil çalışılmıştır. Birim hücrenin kontrol hacminin içeride küp, köşelerde yedi yüzlü prizma ve yüzeyde beş yüzlü prizma şeklinde olduğu bağlantı bölgelerinde saç örgü iplik taşıyıcısının yörüngesi tespit edilmiştir [94, 95]. Üç boyutlu (3D) saç örgü 1x1 önşekillerin mikro yapısı analiz edilmiş ve iplik paketlenme faktörü, iplik oryantasyonu, lif hacimsel oranı ve saç örgü birim tekrarı gibi yapısal parametreler arasındaki matematiksel ilişkiler hesaplanmıştır. Saç örgü yapının katı forma dönüştürülmesi sırasında birim hücrenin şeklinin ve boyutunun değiştiği görülmüştür. Dolayısıyla, bu üç boyutlu (3D) saç örgü önşekilin özelliklerini etkilemektedir [96].

Üç boyutlu (3D) saç örgü önşekil kompozitinin iplik, matris ve proses parametreleri dikkate alınarak karakterize edilmesi için kumaş geometri modeli (FGM) geliştirilmiştir. FGM’de üç boyutlu (3D) saç örgü birim hücre geometrisi iki temel bileşene ihtiyaç duyar: kumaş geometrisi ve lif hacimsel oranının belirlenmesi. Kumaş geometrisi kumaş oluşumu sırasında sarım hızının bir fonksiyonu iken iplik yer değiştirme değerleri (iplik sayısı) satır ve sütun hareketlerine bağlıdır. Üç boyutlu (3D) önşekilde ipliklerin oryantasyonu kumaş konstrüksiyonuna, kumaş şekline ve saç örgü tezgahının boyutlarına bağlıdır [97]. Kumaştaki iplik sayısı arttıkça iplik oryantasyon açısı düşme eğilimi gösterir. Kumaşta aynı iplik sayıları için kumaşın lineer yoğunluğu azaldıkça iplik oryantasyon açısı azalır. Tek eksenli yatırılmış lif yapısında elde edilebilecek maksimum V_f değeri %90.6 iken, 3D saç örgü önşekilde maksimum lif hacimsel oranı %68’dir [97, 98]. Düz üç boyutlu (3D) saç örgü cam/epoksi kompozitinin geometrik ve mekanik özellikleri bir CAD sistemi kullanılarak araştırılmıştır. Bu sistem üçüncü dereceden eğrilerle tanımlanan 3D iplik yörüngesini ve hacim-ortalama yöntemini içermektedir [99]. Başka bir CAD modeli üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitlerinde temsili hacimsel elemanları tanımlamak için geliştirilmiştir. Bu model yüzey ve saç örgü sarım bölgesindeki farklı iplik kıvrılmaları için iç, yüzey ve köşe hacimsel elemanlarında birim hücreleri dikkate almıştır [60].

İçsel kırıklara sahip üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitlerin efektif Young modülü ve Poisson oranı homojenizasyon teorisi ve modifiye edilmiş sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak karakterize edilmiştir [100-104]. Sonlu elemanlar yöntemi ile kombine edilmiş Asimptotik Genişleme ve Homojenleştirme yöntemi kullanılarak üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitlerin çekme yükü altında non-lineer kademeli hasarı araştırılmıştır. Saç örgü açısının artmasıyla çekme mukavemeti azalmaktadır. Ancak kırılma uzaması farklı hasar modları göstermiştir. Küçük saç örgü açısına sahip üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitlerin büyük saç örgü açısına sahip olanlara göre daha iyi mukavemete fakat daha zayıf süneklik özelliklerine sahip olduğu kanıtlanmıştır [105]. Üç boyutlu (3D) saç örgü tüp önşekilin geometrik olarak tanımlanması için dijital eleman yaklaşımı kullanılmıştır. Birim hücrelerin boyutu ve önşekilde iplik eğikliği önşekilin şekli boyunca radyal konumlanmaya göre değişmektedir. Radyal konumlanma aynı zamanda saç örgü açısı, lif hacimsel oranı ve iplik eğiklik açısını etkilemiştir [106, 107]. Topolojik modelle kıyaslandığında modelin çekme ve kesme direngenliği ile Poisson oranını doğru şekilde hesapladığı iddia edilmiştir [108]. Üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitin yapı-özellik ilişkisini tahminlemek için iki skalalı yöntem uygulanmıştır. Saç örgü açısı ve lif hacimsel oranının çekme, eğilme ve burulma mukavemetini etkileyen önemli parametreler olduğu bulunmuştur [109]. Üç boyutlu (3D) saç örgülerin birim hücre yapısı tanımlanarak, iplik oryantasyon açısı ve lif hacimsel oranı gibi yapısal parametrelerin proses parametreleriyle ilişkileri araştırılmıştır. Birim hücre geometrisinin mekanik modellere çevrilerek bu modeller vasıtasıyla kumaş önşekillerin geometrik özellikleri ile kompozit sistemlerin mekanik davranışı arasındaki ilişkinin ortaya konabileceği rapor edilmiştir [110]. Üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitlerin mekanik karakterinin tahminlenmesi için sonlu elemanlar yöntemi (FEM) ile uyumlu bilgisayar destekli geometrik modeller geliştirilmiştir. Bu model bütün bir ara kesitin iç ve sınır elemanlarını ve ipliklerin eğilme momentini kapsamaktadır. Model, deneysel sonuçlar ile kıyaslandığında daha düşük elastik modülü tahminlemektedir [111]. Hacimsel oran ve saç örgü açısı gibi değişkenler dikkate alınarak bir 3D saç örgü grafit/epoksi kompoziti çalışılmıştır. Üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitlerin boyuna ve enine yönde mukavemetleri için mikromekanik modeller birlikte izo-gerilme ve izo-uzama modelleri geliştirilmiştir [112]. Araştırmada verilen bir iplik için üç boyutlu (3D) saç örgü önşekilin mukavemeti kumaştaki iplik sayısı arttıkça artma eğilimi göstermektedir [113]. Bu artış daha düşük lineer yoğunluklu

iplikler içeren kumaşlarda daha hızlıdır. Kumaşta aynı iplik sayısı için kumaş lineer yoğunluğu azaldıkça aksnel mukavemette artış eğilimi görülmektedir. Diğer yandan, kumaş lineer yoğunluğu iplik oryantasyon açısı ile direkt bağlantılıdır [113]. Kesik kenarların, filament demet boyutunun ve saç örgü örgülerinin etkisi çekme, basma, eğilme ve kesme testleri ile incelenmiştir. Numunelerin kesik kenarlara karşı hassas olduğu belirlenmiştir, zira kesilip şekil verilen grafit/epoksi önşekil kompozitinin çekme mukavemeti düşmüştür [114]. Üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitin enindeki kesik kenarlar eğilme mukavemetini çok az etkilerken, kalınlıktaki kesik kenarlar eğilme modülünü azaltmaktadır. Kalınlıktaki yüzey kesiği eğilme altında bir çekme yükü taşıyorsa eğilme modülü daha da düşmektedir [115].

Saç örgü örgüsü de çekme mukavemeti üzerinde önemli etkiye sahiptir. Örneğin, iplik oryantasyonunun 1x1'den 1x3 saç örgü örgüsünün değiştirilmesiyle iplik oryantasyon açısı düşmektedir. Bunun sonucunda önşekilin çekme mukavemeti artmaktadır [114]. Genelde filament demet boyutu arttıkça üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitlerin çekme mukavemeti ve modülü artmaktadır. Saç örgü kompozitlerin mukavemeti ve modülü 0°/90° dokuma laminelere göre çok daha yüksek olsa da, saç örgü kompozitlerin Poisson oranı çok büyük olduğu için enine yönde dengesizliğe sebep olmaktadır. Enine yönde iplikler ilave edilerek saç örgü kompozitin Poisson oranı düşürülebilir ancak bu da yapının mukavemetini ve modülünü düşürmektedir [114].

Saç örgü yapının aksnel yönde elastik modülünü iplik oryantasyonu ve lif hacimsel oranının bir fonksiyonu olarak doğru tahminlemek için elastik uzama enerjisi yöntemi kullanılmıştır. Elastik modülünün saç örgü geometrisine karşı hassas olduğu belirlenmiştir. İplik oryantasyon açısı düştükçe yani iplikler çekme ekseni yönünde daha fazla yönlendikçe modül artmaktadır [116]. Diğer bir model dört adımlı yöntemle üretilen üç boyutlu (3D) saç örgü önşekilde iplik yapılarını karakterize etmek için geliştirilmiştir. Yöntem, saç örgü proses parametrelerini esas alarak iplik yapısının genel topolojisini tanımlamış ve daha sonra karakterizasyon parametrelerini önşekilin katılaştırma işleminden sonraki nihai boyutlarıyla ilişkilendirmiştir. Dikdörtgen ve tüp şeklinde saç örgü önşekiller için topolojik karakterlerin aynı olduğu görülmüştür [117].

Diğer yandan, mikromekanik kullanılarak önşekilin birim hücresi modellenmiştir. Bu model saç örgü parametrelerini içermektedir. Önşekil içindeki birim hücrelerin sınır bölgelerdekilerden farklı olduğu gösterilmiştir [118].

Üç boyutlu (3D) saç örgü para-aramid/epoksi kompozitlerinin balistik performansı araştırılmıştır. Bir sonlu eleman modelleme yazılımı kullanılarak yarı-mikro yapı seviyesinde üç boyutlu (3D) saç örgüyü bileşenlerine ayırmak için üç boyutlu (3D) tekstil kompozitlerine özgü bir lif eğilme modeli kullanılmıştır. Eğimli konumlandırılmış bir lamina ile merminin darbe etkileşimini simule etmek için LS-DYNA sonlu elemanlar yazılımı kullanılmıştır [119]. Üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitin penetrasyon direncini tahminlemek için bir bilgisayarlı yöntem geliştirmek ve sınamak amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitle mermi arasındaki balistik penetrasyonun simule edilmesi için LS-DYNA sonlu elemanlar yazılımı kullanılmıştır [120]. Üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitin balistik penetrasyonunun analizi için yenilenmiş bir yarı-mikro yapı modeli oluşturulmuştur [121]. Diğer bir çalışmada üç boyutlu (3D) saç örgü E-cam/epoksi kompozitlerin tek eksenli çekme özellikleri üzerine yapılmıştır. Çalışmada ayırık Hopkinson çekme çubuğu kullanılmıştır. Kompozitlerin farklı uzama oranları için gerilme-uzama eğrileri incelendiğinde üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitin test hızına karşı hassas bir malzeme olduğu görülmüştür. Tek eksenli çekme direngenliği ve kopma gerilmesi uzama hızının artarken, kopma uzaması azalmıştır. Üç boyutlu (3D) saç örgü kompozitin yüksek uzama hızlarındaki çekme testlerinde daha kırılğan bir hasar modu gösterdiği belirlenmiştir [122].

İki adımlı yöntemle üretilen üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü önşekilin saç örgü topolojisi kullanılarak iplik boyutu ve aralığı ile birim tekrar uzunluğunun nihai saç örgü kumaş geometrisine etkisini araştırmak için kullanılabilir [123]. Üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü önşekiller üzerine diğer bir çalışma göstermiştir ki, iplik boyutları, önşekil kontur boyutları, birim tekrar uzunluğu ve aksiyal ve saç örgü ipliklerin sayısı ölçülürse saç örgü iplik oryantasyonu ve iplik hacimsel oranı tahminlenebilir [124]. Aksiyal iplikler yapının eksenel yöndeki yüklerini taşıırken, saç örgü iplikler enine yönde başlıca yük taşıyıcı görevi görmüştür. Dolayısıyla, saç örgü ipliklerin oryantasyon açısının büyük olması arzu edilen bir durumdur [125]. Periyodik yer değiştirme sınır koşulları altında temsili hacimsel eleman yaklaşımını esas alan bir üç

boyutlu (3D) sonlu elemanlar modeli kullanmak suretiyle üç boyutlu (3D) düz aksiyal saç örgü kompozitler analiz edilmiştir. Bu model saç örgü ve aksiyal ipliklerin uzaysal yerleşimini simule etmektedir. Üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü kompozitlerinin mekanik özelliklerini ve orta-skala mekanik davranışını araştırmak için ABAQUS yazılımı kullanılmıştır [126]. Dört adımlı yöntemle üretilen 1x1 örgüye sahip üç boyutlu (3D) aksiyal saç örgü önşekil kompozitinin mukavemetini tahminlemek için bir lif-eğilme modeli kullanılmıştır. Analiz tek yönlü tabakaların enine yönde izotropisini ve Tsai-Wu polinomial hasar kriterini esas almaktadır. Sonuçlar göstermiştir ki, saç örgü açısı çekme modülü ve mukavemeti üzerinde önemli etkiye sahiptir. Enine açı ise Poisson oranı üzerinde açıkça görülen bir etkiye sahipken aksiyal iplikler üç boyutlu (3D) saç örgü düz kompozitlerin çekme özellikleri artırabilir [127, 128].

Üç boyutlu (3D) saç örgü kare tüpün enerji absorpsiyonu yeteneği ve kırılma hasar modları önemli derecede saç örgü parametrelerine bağlıdır. Çarpma bozulma modu yayılma, katlanma, konik katlanma ve kendi üzerine dönmedir. Spesifik enerji absorpsiyonu yeteneği birim tekrar uzunluğunun azalmasıyla artmıştır. Saç örgü katların sayısının artması enerji absorpsiyonu yeteneğini artırmıştır. Kırılma hasar mekanizması dikkate alındığında aksiyal iplikler enerji absorplayan temel elemanlar olarak görev yapmış, saç örgü iplikler ise kırılma hasar modları için kontrol elemanı görevi üstlenmiştir. Aksiyal karbon iplikleri daha yüksek enerji absorpsiyonu yeteneği göstermiş, saç örgü Kevlar® iplikleri ise kırılma sonrası daha iyi bir bütünlük sergilemiştir [129].

1.6. Literatürden Elde Edilen Sonuçlar

Bu literatür çalışmasında üç boyutlu (3D) saç örgü kumaşlar, yöntemler ve teknikler özetlenmiştir. İki eksenli ve üç eksenli iki boyutlu (2D) saç örgü kumaşlar birçok farklı teknik alanda basit ve karmaşık şekilli yapısal kompozit bileşenler olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Buna ek olarak, iki eksenli ve üç eksenli saç örgü yöntemleri ve teknikleri çok gelişmiştir. Ancak, iki boyutlu (2D) saç örgü kumaşlar bir takım boyut ve kalınlık kısıtlamalarına sahiptir.

Üç boyutlu (3D) saç örgü kumaşlar birden fazla kata sahiptir ve tam bir dönüş yapmadan kesişme tipi düzlem dışı bağlantılar nedeniyle delaminasyonsuz yapılardır.

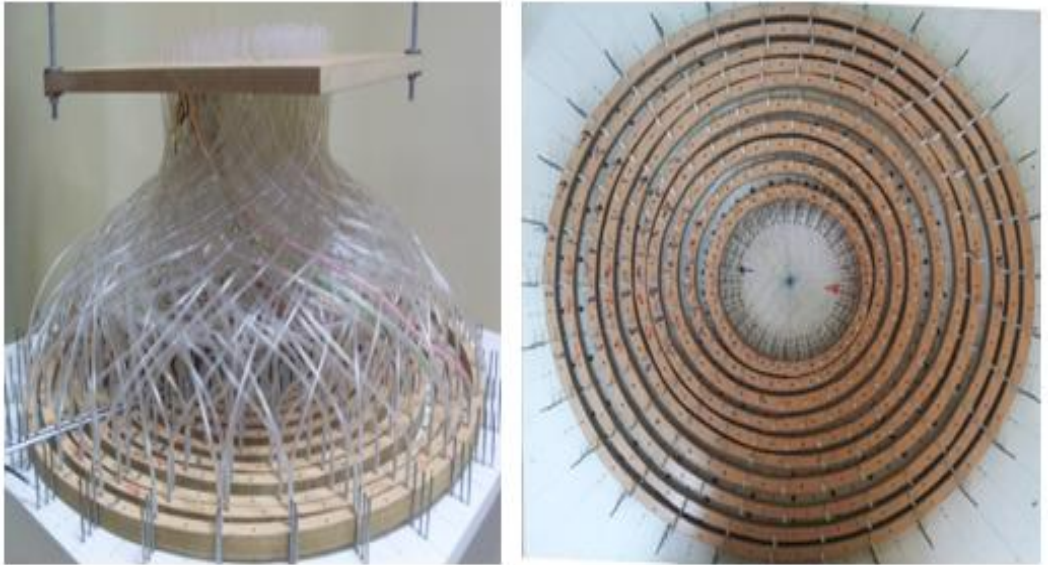
Ancak, üç boyutlu (3D) sa örgü kumaşlarda, üç boyutlu (3D) dokuma kumaşlarda bulunan atkı ipliklerinin bir benzeri olmadığı için bu kumaşlar enine yönde düşük özelliklere sahiptir. Bu kumaşlar ayrıca bir takım boyut ve kalınlık kısıtlamalarına da sahiptir. Üç boyutlu (3D) sa örgü için birçok farklı yöntem ve teknik geliştirilmiştir ve bu teknikler ticari olarak bulunmaktadır. Diğer yandan, 3D sa örgü yapıların geometrik ve mekanik özelliklerinin tanımlanması için üç boyutlu (3D) sa örgü üzerine çeşitli birim hücre esaslı modeller geliştirilmiştir. Birim hücre esaslı modellerin birçoğu mikromekanik ve nümerik teknikler içermektedir. Çok eksenli üç boyutlu (3D) sa örgü kumaşlar birçok katlı delaminasyonsuz yapılardır. Ayrıca bu yapıların düzlem içi özellikleri \pm diyagonal iplik katları nedeniyle gelişmiştir. Ancak, çok eksenli üç boyutlu (3D) sa örgü tekniğı gelişiminin henüz ilk evrelerinde olup, tamamen otomatikleştirilmesi gerekmektedir. Bu durum gelecekte çok eksenli üç boyutlu (3D) sa örgü alanında başarılması gereken teknolojik bir gereksinim olarak görünmektedir.

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Tez Çalışmasında Kullanılan Aparat

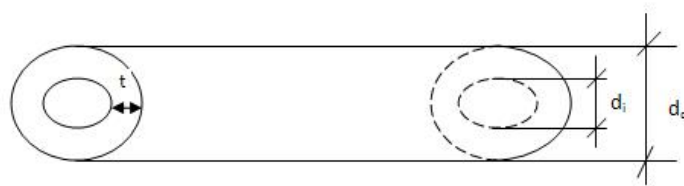
Yapılan ön çalışmalar sonucu elde edilen bilgiler ışığında yeni üç boyutlu (3D) çok katlı dairesel saç örgü yöntemi bulunmuştur. Bu yöntem doğrultusunda manuel olarak çalışan çok eksenli üç boyutlu (3D) saç örgü aparatının konstrüksiyonu yapılmıştır. Aparat Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK tarafından tasarlanmıştır ve geliştirilen önşekiller bu aparat sayesinde yapılmıştır. Aparatta, çevresel ve radyal hareket olmak üzere iki yönde farklı hareket yapılmaktadır. Bu hareketler sonucunda, farklı türlerde önşekiller üretilmiştir. Ayrıca radyal yönünde yapılan arttırmalarla da farklı kat sayılarında önşekiller üretilmiştir. Şekil 2.1' de tasarlanan aparat görülmektedir.



Şekil 2.1. Prof. Dr. Abdulkadir Bilişik tarafından tasarlanan aparat.

2.2. Kullanılan Materyal

Bu çalışmada geliştirilen önşekilleri oluştururken, PVC'den üretilmiş 5mm çapında tüpler kullanılmıştır. Şekil 2.2'de kullanılan tüpün gerçek ve şematize edilmiş resimleri görülmektedir ve burada ' d_d ' dış çapı (5mm), ' d_i ' iç çapı (3mm), ' t ' ise kalınlığı ifade etmektedir.



(a)



(b)

Şekil 2.2. Önşekil oluşturulurken kullanılan PVC esaslı tüp a) şematize edilmiş b) gerçek resmi.

2.3. Aparatın Çalışma Metodu

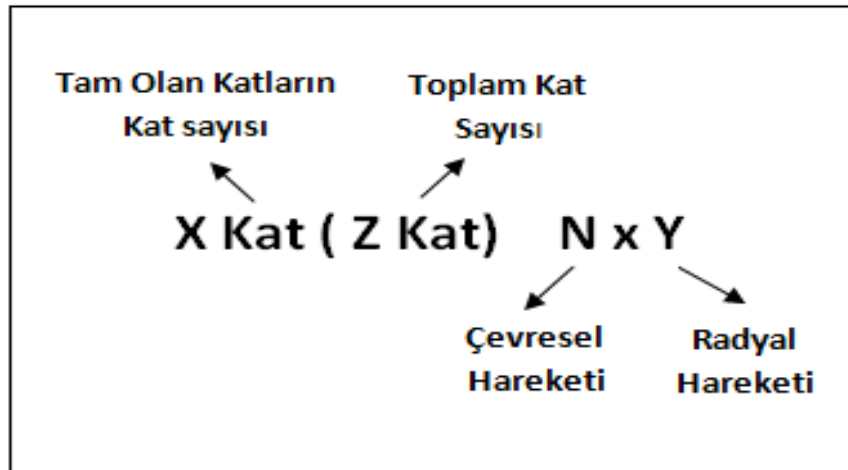
Aparatın test edilmesiyle iki grup önşekil geliştirilmiştir. Bu önşekillerden birincisi yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü yapılar (*Bilişik Yöntemi*), diğeri ise literatürde belirtilen geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü yapılardır. Ön çalışmalar doğrultusunda üretilen temsili önşekiller şu şekildedir;

- Ø Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekiller
- Ø Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekiller
- Ø Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekiller (*Bilişik Yöntemi*)
- Ø Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekiller (*Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemi*) .

Bu önşekiller, aparat üzerinde çevresel ve radyal yönünde belli bir kurala göre ardıl hareketler yapılarak üretilmiştir.

2.3.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekillerin Üretim Metodu

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerde 1x1, 2x1, 3x1 ve 4x1 olmak üzere dört farklı hareketle, farklı kat sayılarında önşekiller üretilmiştir. Önşekillerin kat sayılarının doğru ve kısa bir şekilde ifade edilebilmesi için Şekil 2.3' de yer alan kodlama kuralı uygulanmıştır.



Şekil 2.3. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekil kodlama kuralının açıklımı.

Bu kodlama kuralına göre;

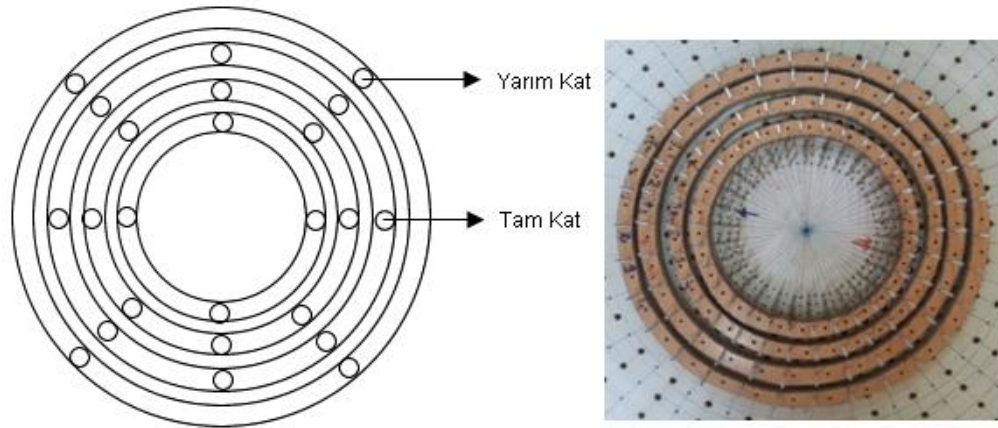
X: Tam olan katların sayısını ifade eder.

Z: Toplam kat sayısını ifade eder ve toplam kat sayısı, tam olan kat sayılarının toplamı ile yarım olan kat sayılarının toplamına eşittir.

N: Çevresel hareketini ifade eder.

Y: Radyal hareketini ifade eder.

Şekil 2.4'de 2kat (3kat) için kodlama kuralında yer alan tam katların ve yarım katların gösterimi yer almaktadır.



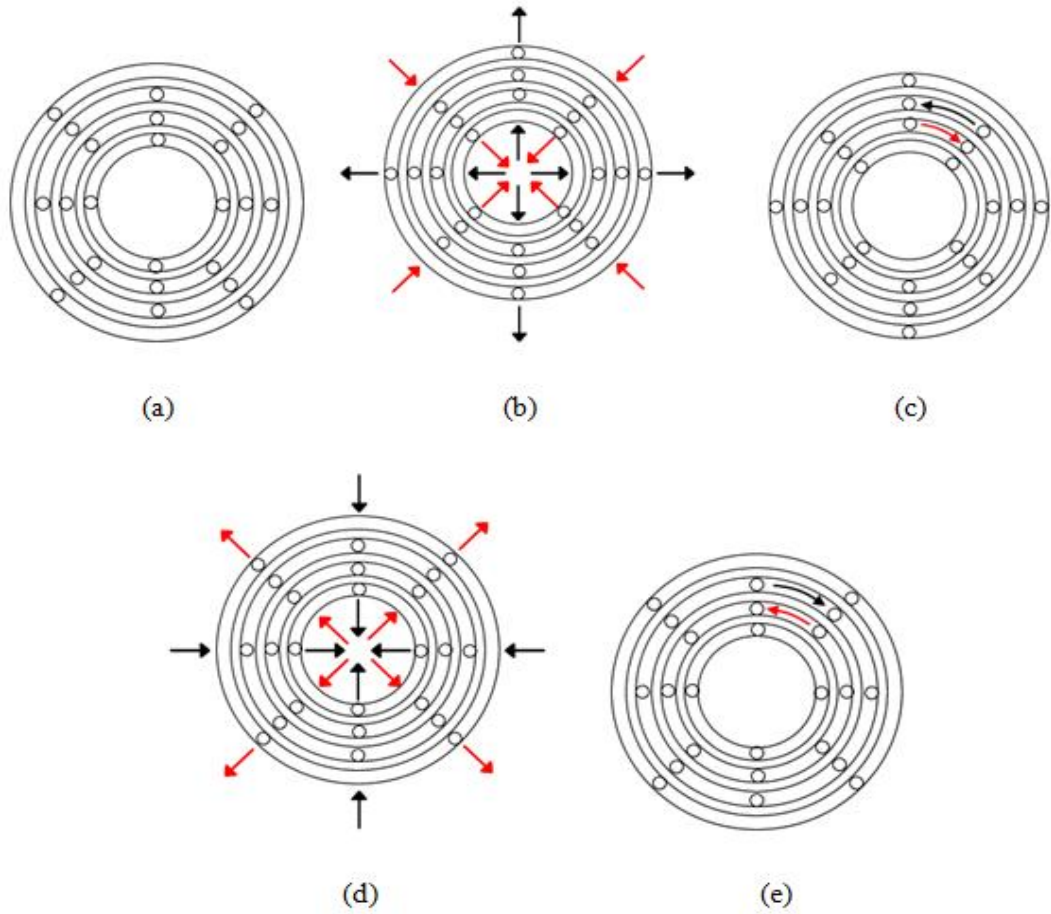
Şekil 2.4. 2kat (3kat) önşekil için aparat üzerinde tam ve yarım kat sayılarının şematik olarak gösterimi.

Örnek olarak **5Kat (6 Kat) 1x1** inceleyelim;

Burada, tam olan katların kat sayısını simgeleyen X harfinin yerinde 5 rakamı yazmaktadır yani oluşturulan önşekil de tam katların kat sayısı 5'dir. Z harfinin bulunduğu kısımda ise 6 rakamı yazmaktadır yani oluşturulan önşekilin toplam kat sayısının 6 olduğunu ifade etmektedir (5 tam kat + 2 yarım kat). N harfinin bulunduğu kısımda 1 rakamı yazmaktadır yani önşekilin çevresel yönünde 1 adım hareket ettirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Y harfinin bulunduğu kısımda ise 1 rakamı yazmaktadır bu da önşekilin radyal yönünde 1 adım hareket ettirilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

2.3.1.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü 1x1 Önşekillerin Üretim Metodu

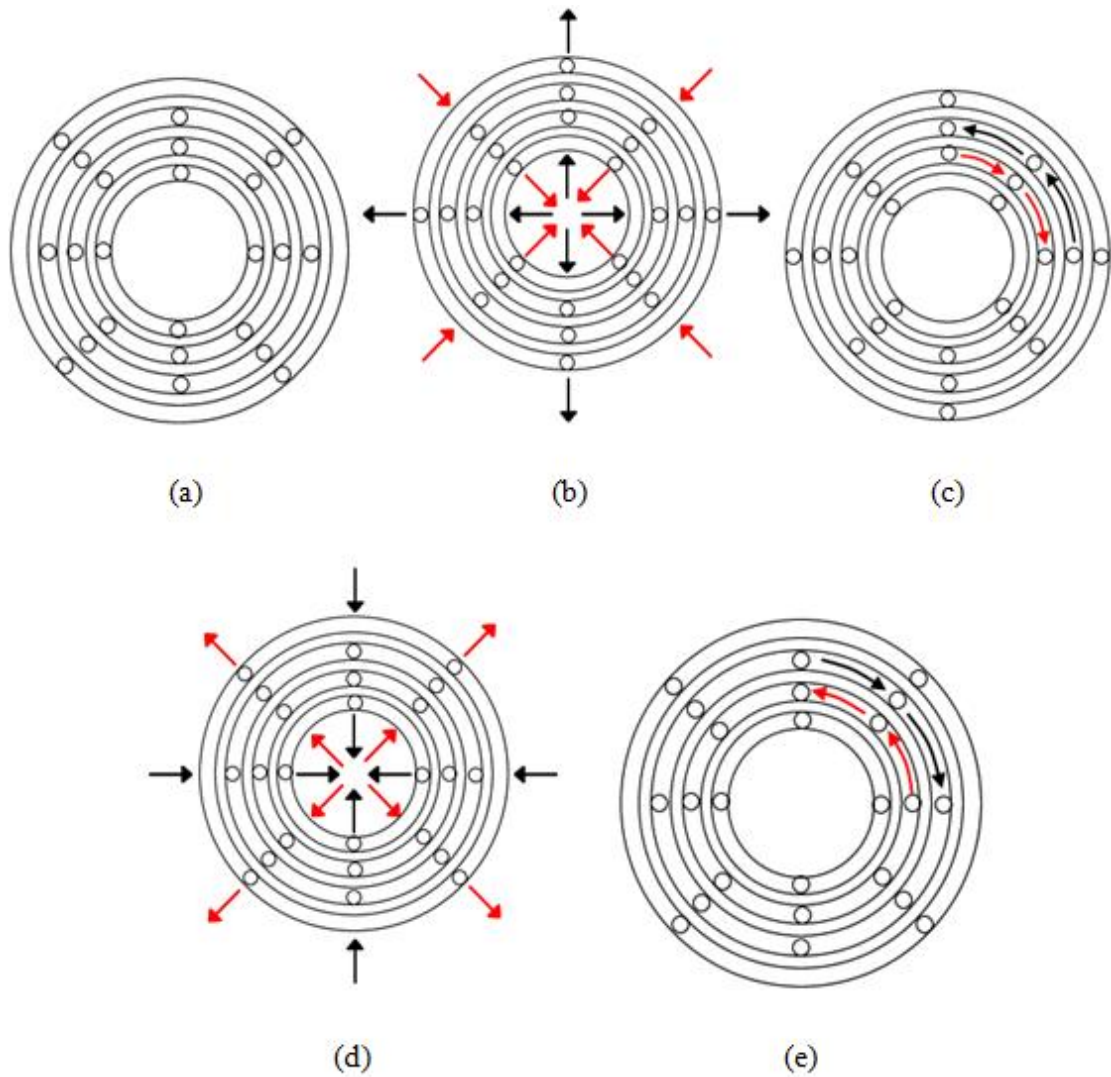
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumu için tüpler belli bir düzene göre aparata yerleştirilir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, tam katların olduğu ringler çevresel yönünde birbirine zıt bir birimlik hareket ettirilir. Üçüncü adımda, tüpler tekrar radyal yönünde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda tam katların olduğu ringler tekrar çevresel yönünde birbirine zıt bir birimlik hareket ettirilir. Şekil 2.5'de uygulanan metot görülmektedir.



Şekil 2.5. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi).

2.3.1.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü 2x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumu için tüpler belli bir düzene göre aparata yerleştirilir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, tam katların olduğu ringler çevresel yönünde birbirine zıt iki birimlik hareket ettirilir. Üçüncü adımda, tüpler tekrar radyal yönünde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda tam katların olduğu ringler tekrar çevresel yönünde birbirine zıt iki birimlik hareket ettirilir. Şekil 2.6' da uygulanan metot görülmektedir.

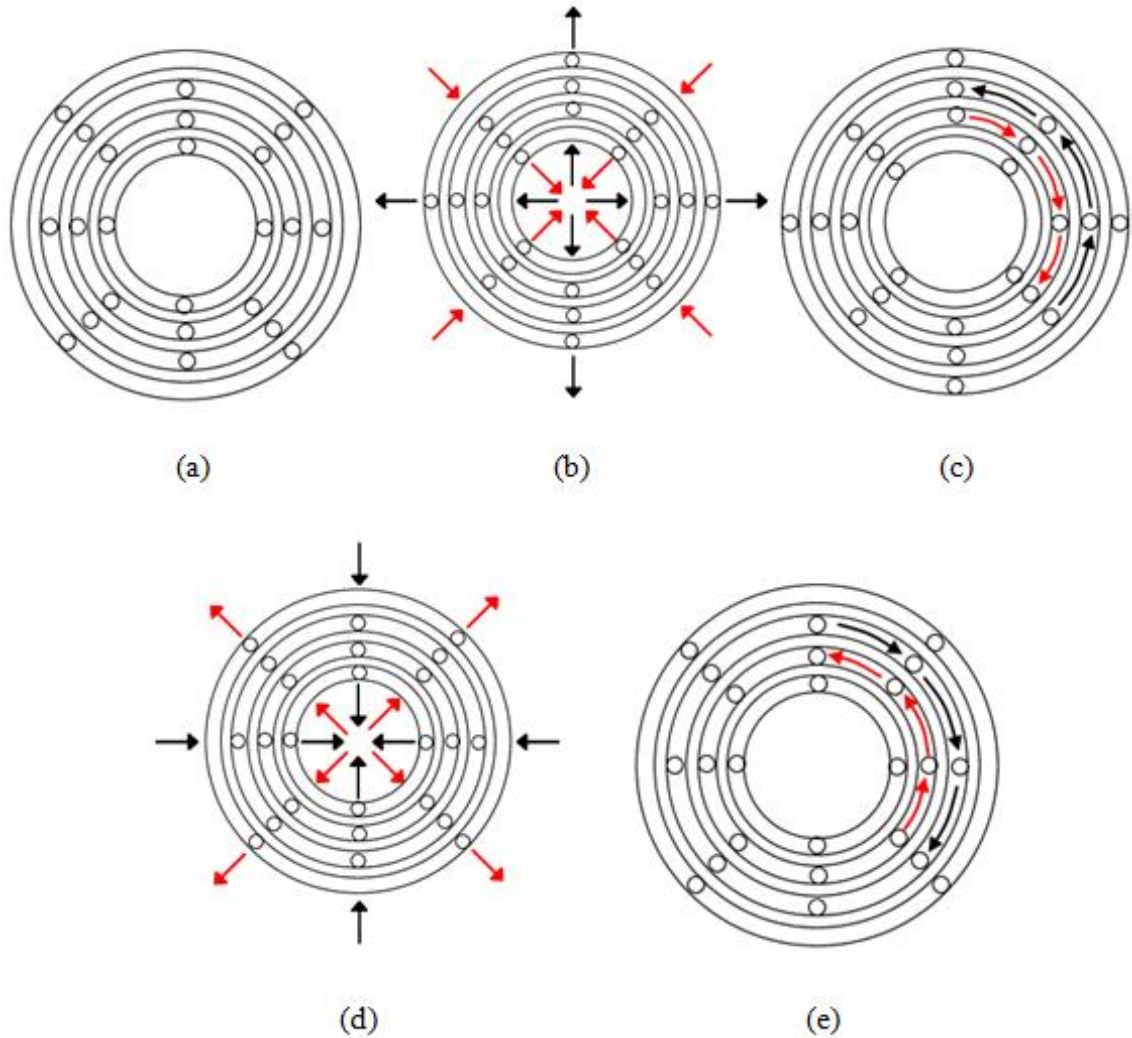


Şekil 2.6. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi).

2.3.1.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü 3x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 3x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumu için tüpler belli bir düzene göre aparata yerleştirilir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, tam katların olduğu ringler çevresel yönünde birbirine zıt üç birimlik hareket ettirilir. Üçüncü adımda, tüpler tekrar radyal yönünde hareket ettirilir ve en son dördüncü

adımda tam katların olduğu ringler tekrar çevresel yönünde birbirine zıt üç birimlik hareket ettirilir. Şekil 2.7' de uygulanan metod görülmektedir.

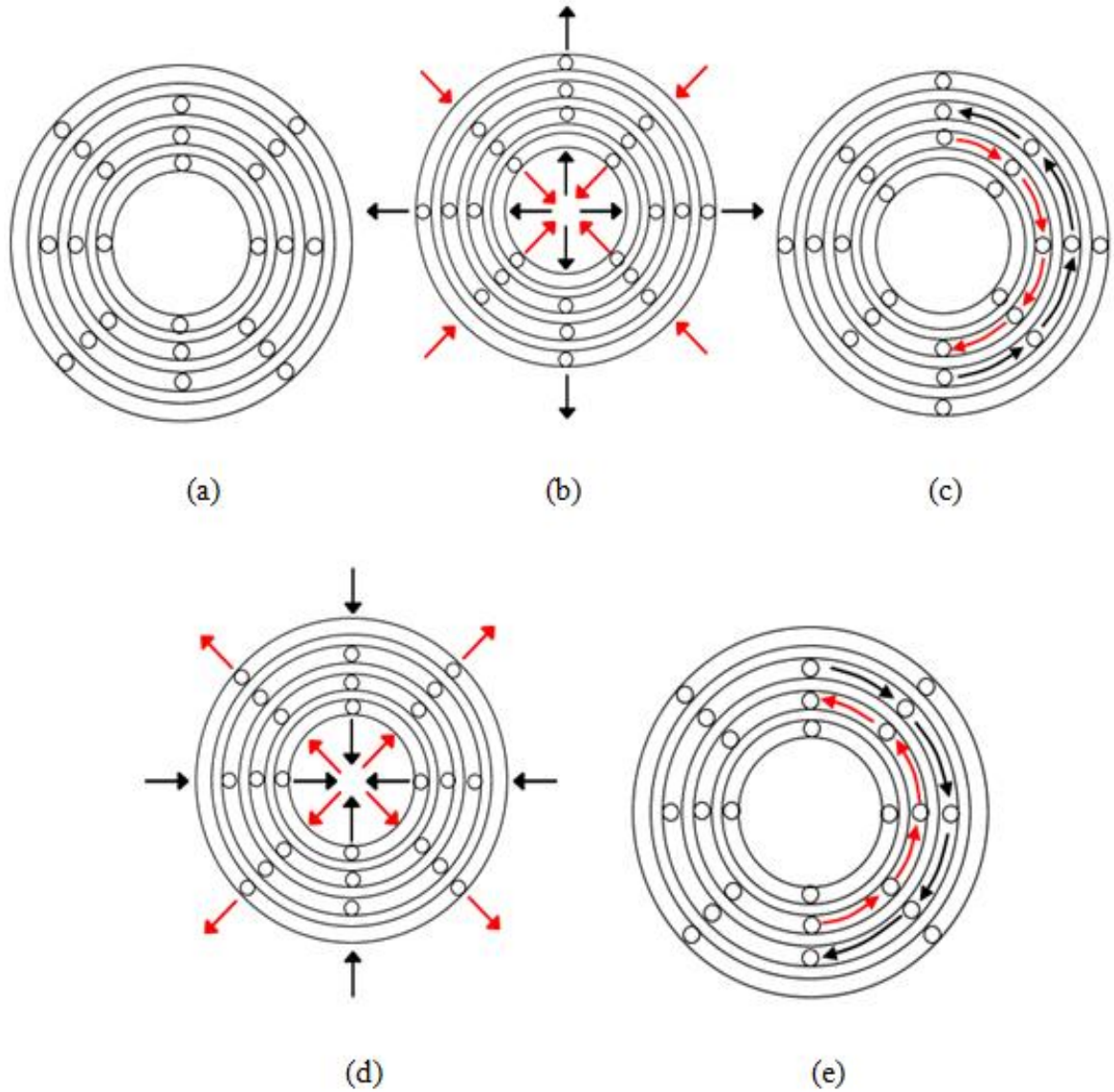


Şekil 2.7. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 3x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi).

2.3.1.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü 4x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 4x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumu için tüpler belli bir düzene göre aparata yerleştirilir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, tam

katların olduğu ringler çevresel yönünde birbirine zıt dört birimlik hareket ettirilir. Üçüncü adımda, tüpler tekrar radyal yönünde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda tam katların olduğu ringler tekrar çevresel yönünde birbirine zıt dört birimlik hareket ettirilir. Şekil 2.8.' de uygulanan metot görülmektedir.



Şekil 2.8. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 4x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi).

2.3.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekillerin Üretilme Metodu

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerde 1x1, 2x1, 3x1 ve 4x1 olmak üzere dört farklı hareketle ve farklı kat sayılarında önşekiller üretilmiştir. Kat sayılarının doğru ve kısa bir şekilde ifade edilebilmesi için Şekil 2.9' da yer alan kodlama kuralı uygulanmıştır.



Şekil 2.9. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekil kodlama kuralının açıklımı.

Bu kodlama kuralına göre;

X: Tam olan katların sayısını ifade eder.

Z: Toplam katsayısını ifade eder ve toplam kat sayısı, tam olan kat sayılarının toplamı ile yarım olan kat sayılarının toplamına eşittir.

S: Saç örgü

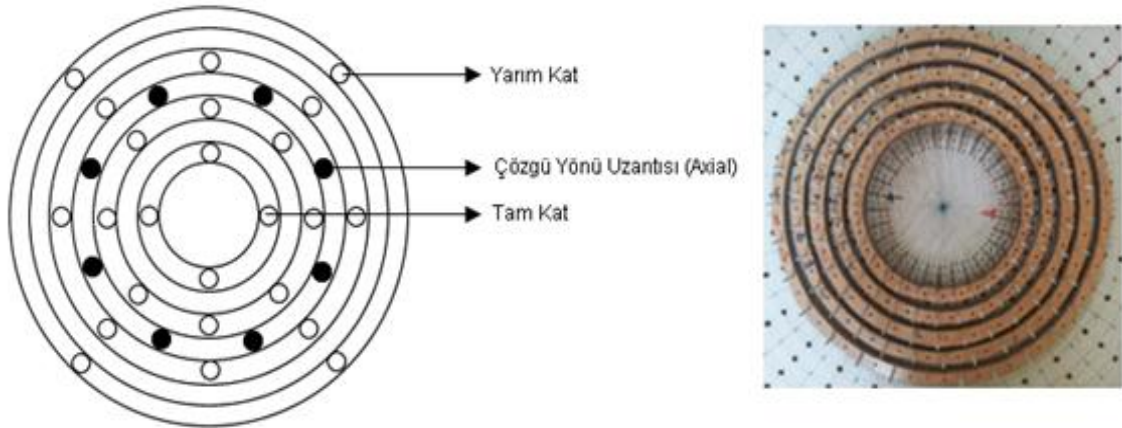
T: Çözgü yönü uzantı (Aksiyal) kat sayısını ifade eder.

A: Çözgü yönü uzantı (Aksiyal)

N: Çevresel hareketini ifade eder.

Y: Radyal hareketini ifade eder.

Şekil 2.10' da kodlama kuralın da yer alan tam katların, yarım katların ve çözgü uzantılarının gösterimi yer almaktadır.



Şekil 2.10. 2 Kat (3Kat)S + 1Kat A 1x1 öñşekil için aparat üzerinde tam, yarım ve çözüü yönü uzantı (aksiyal) kat sayılarının şematik olarak gösterimi.

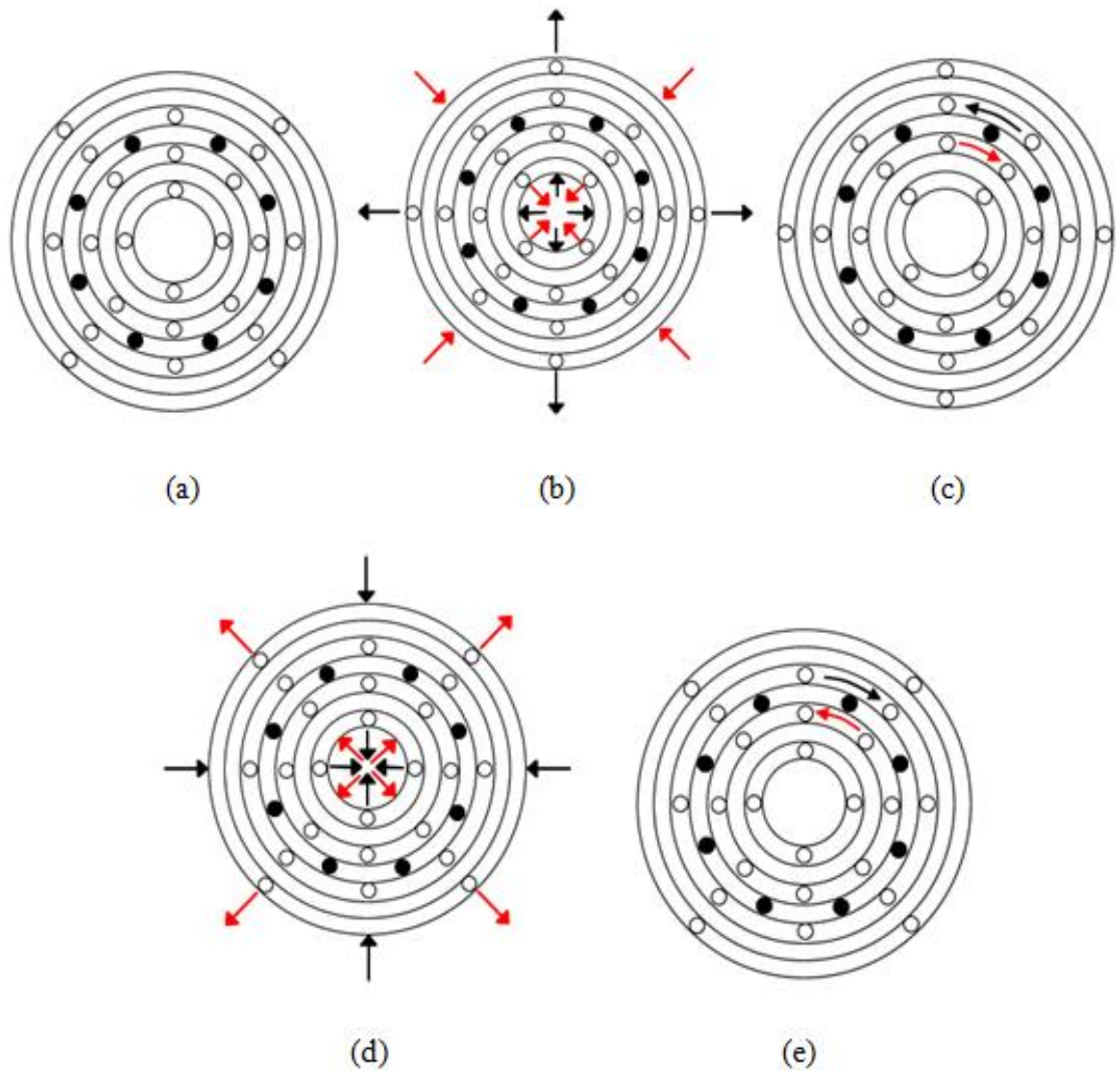
Örnek olarak **3Kat (4 Kat) S + 2Kat A 1x1** inceleyelim;

Burada, tam olan katların kat sayısını simgeleyen X harfinin yerinde 3 rakamı yazmaktadır yani oluşturulan öñşekilde tam katların kat sayısı 3'dür. Z harfinin bulunduğu kısımda ise 4 rakamı yazmaktadır yani oluşturulan öñşekilin toplam kat sayısının 4 olduğunu ifade etmektedir (3 tam kat + 2 yarım kat). Buraya kadar olan katların tamamı ile saç örgü olduğu S harfinden anlaşılmaktadır. Artı işaretinden sonraki kodlamada, T harfinin yerinde 2 rakamı yazmaktadır yani oluşturulan öñşekilde 2 kat çözüü yönü uzantı (aksiyal) kat sayısı vardır. Böylelikle öñşekilde, 4kat saç örgü ve 2kat çözüü yönü uzantı (aksiyal) katsayısı ile birlikte toplam 6 kat bulunmaktadır. N harfinin bulunduğu kısımda 1 rakamı yazmaktadır yani öñşekilin çevresel yönünde 1 adım hareket ettirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Y harfinin bulunduğu kısımda ise 1 rakamı yazmaktadır bu da öñşekilin radyal yönünde 1 adım hareket ettirilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

2.3.2.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözüü Uzantılı Saç Örgülü 1x1 Öñşekillerin Üretilme Metodu

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözüü uzantılı saç örgülü 1x1 öñşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumunda saç örgülü katlar için tüpler aparata yerleştirildikten sonra, bu saç örgülü

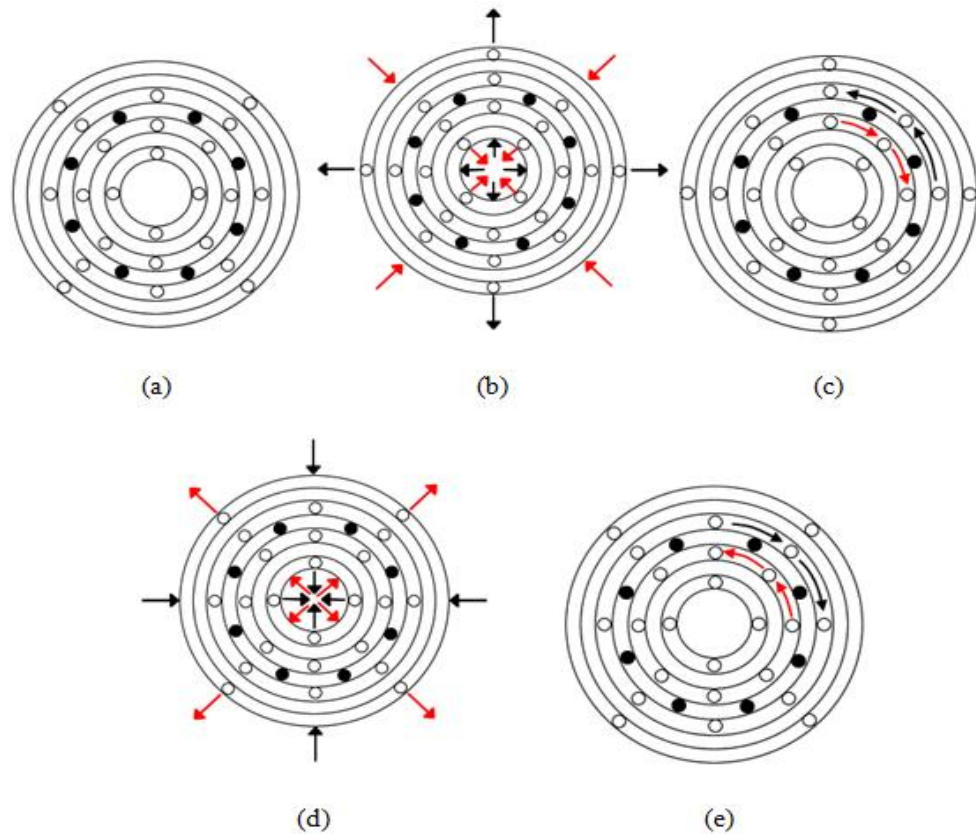
kısımların tam katları arasına çözümlü uzantı tüpleri yerleştirilmektedir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, tam katların olduğu ringler çevresel yönünde birbirine zıt bir birimlik hareket ettirilir. Üçüncü adımda, tüpler tekrar radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda tam katların olduğu ringler tekrar çevresel yönünde birbirine zıt bir birimlik hareket ettirilir. Şekil 2.11' de uygulanan metod görülmektedir.



Şekil 2.11. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi).

2.3.2.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü 2x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

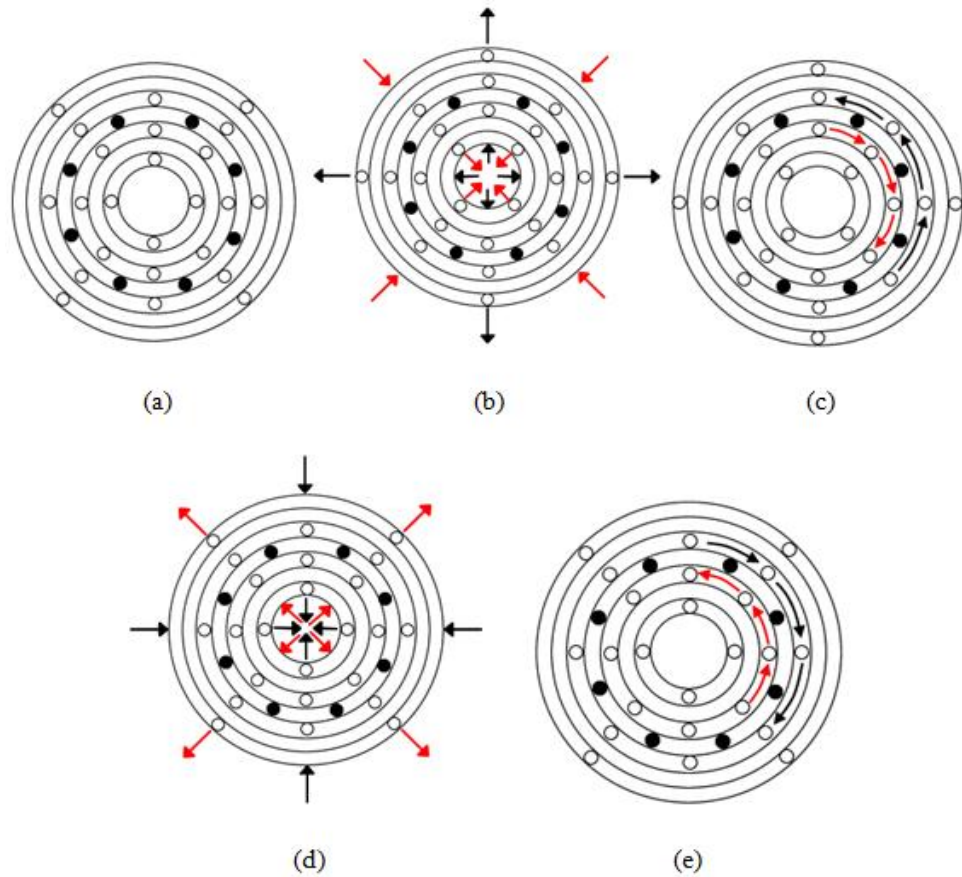
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumunda saç örgülü katlar için tüpler aparata yerleştirildikten sonra, bu saç örgülü kısımların tam katları arasına çözgü uzantı tüpleri yerleştirilmektedir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde çözgü uzantıları arasından geçecek şekilde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, tam katların olduğu ringler çevresel yönünde birbirine zıt iki birimlik hareket ettirilir. Üçüncü adımda, tüpler tekrar radyal yönünde çözgü uzantıları arasından geçecek şekilde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda tam katların olduğu ringler tekrar çevresel yönünde birbirine zıt iki birimlik hareket ettirilir. Şekil 2.12’de uygulanan metot görülmektedir.



Şekil 2.12. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.

2.3.2.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü 3x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

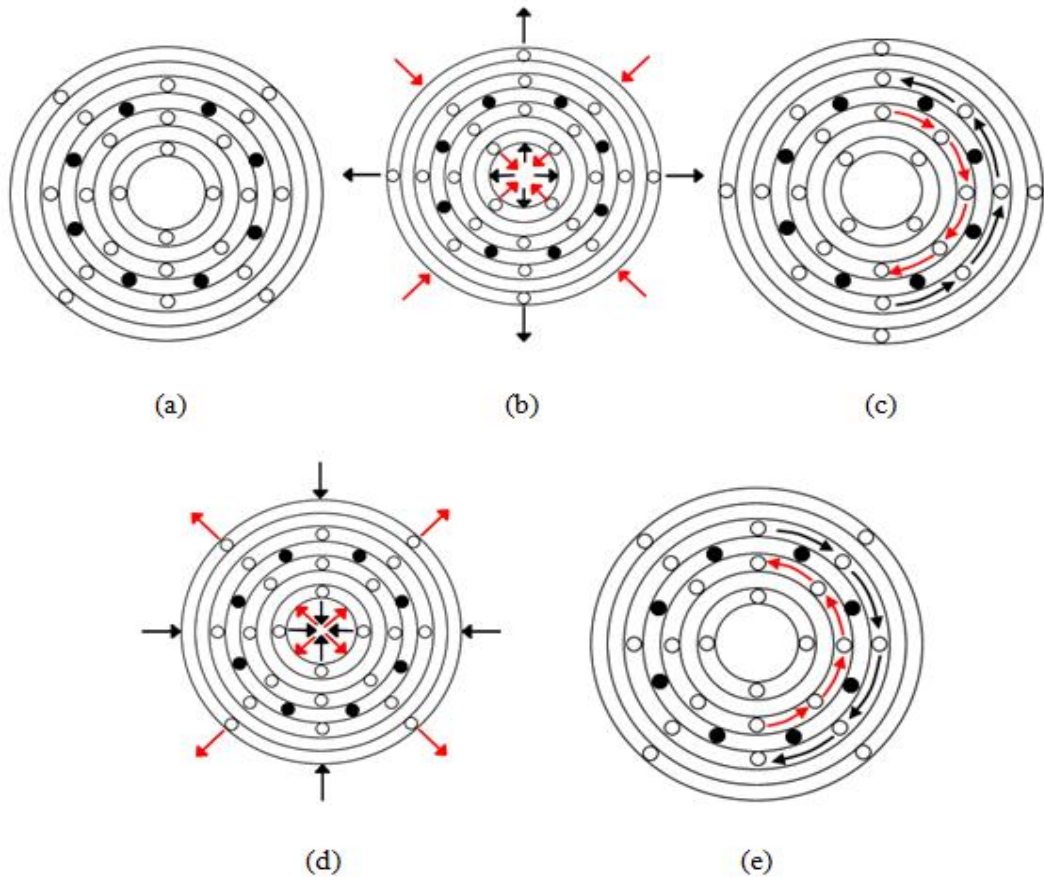
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 3x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle, metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumunda saç örgülü katlar için tüpler aparata yerleştirildikten sonra, bu saç örgülü kısımların tam katları arasına çözümlü uzantı tüpleri yerleştirilmektedir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, tam katların olduğu ringler çevresel yönünde birbirine zıt üç birimlik hareket ettirilir. Üçüncü adımda, tüpler tekrar radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda tam katların olduğu ringler tekrar çevresel yönünde birbirine zıt üç birimlik hareket ettirilir. Şekil 2.13' de uygulanan metot görülmektedir.



Şekil 2.13. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 3x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.

2.3.2.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü 4x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

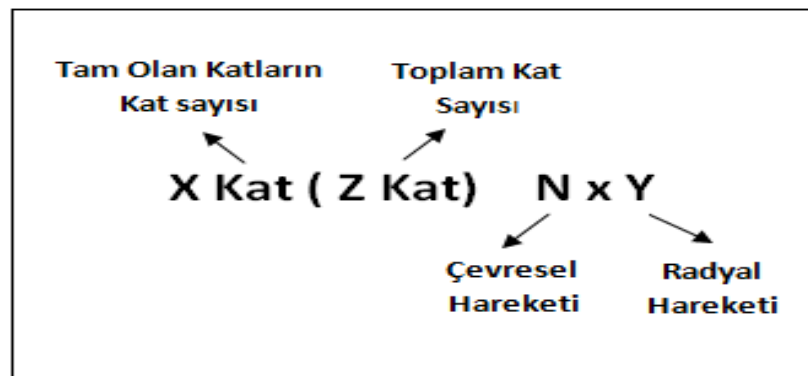
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 4x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle, metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumunda saç örgülü katlar için tüpler aparata yerleştirildikten sonra, bu saç örgülü kısımların tam katları arasına çözümlü uzantı tüpleri yerleştirilmektedir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, tam katların olduğu ringler çevresel yönünde birbirine zıt dört birimlik hareket ettirilir. Üçüncü adımda, tüpler tekrar radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda tam katların olduğu ringler tekrar çevresel yönünde birbirine zıt dört birimlik hareket ettirilir. Şekil 2.14' de uygulanan metot görülmektedir.



Şekil 2.14. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 4x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.

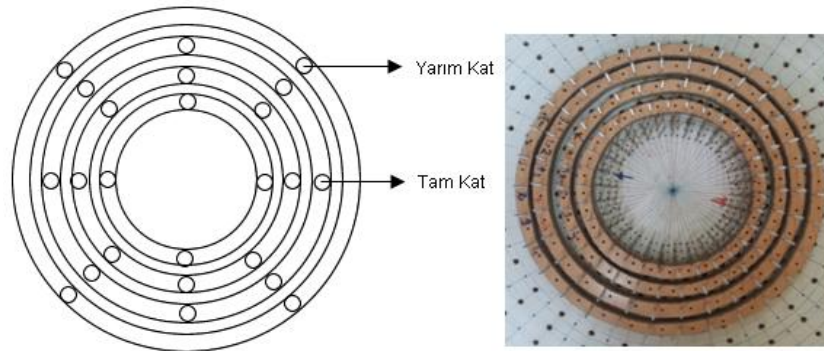
2.3.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekillerin (*Bilişik Yöntemi*) Üretilme Metodu

Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerde 1x1, 2x1, 3x1, 4x1 ve 6x1 olmak üzere farklı hareketle önşekiller, farklı katlarda üretilmiştir. Kat sayılarının doğru ve kısa bir şekilde ifade edilebilmesi için Şekil 2.15’ de yer alan kodlama kuralı uygulanmıştır.



Şekil 2.15. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekil kodlama kuralının açıklımı.

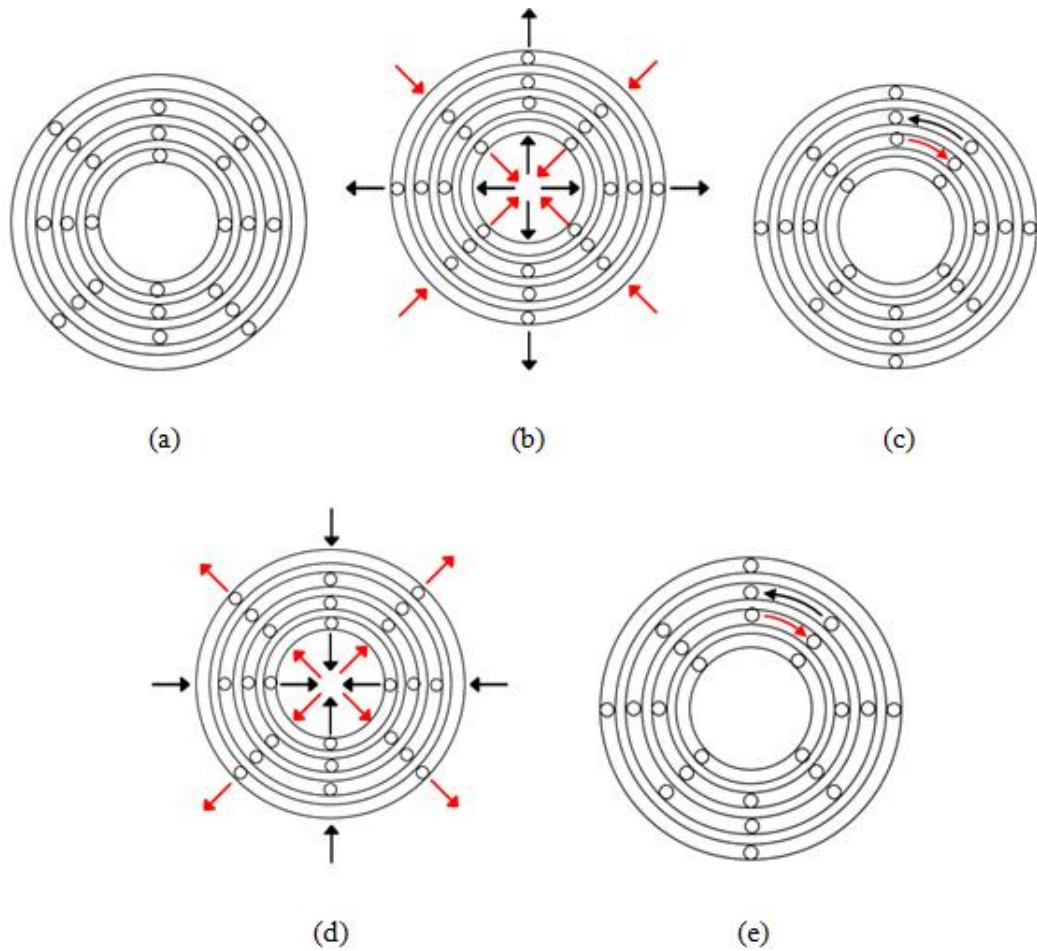
Bu kodlama kuralına göre; N çevresel hareketi, Y radyal hareketi, X tam olan katların sayısını, Z toplam kat sayısını ifade eder ve toplam kat sayısı, tam olan kat sayılarının toplamı ile yarım olan kat sayılarının toplamına eşittir. Şekil 2.16’ da 2kat (3kat) için kodlama kuralında yer alan tam katların ve yarım katların gösterimi yer almaktadır.



Şekil 2.16. 2kat (3kat) önşekil için aparat üzerinde tam ve yarım kat sayılarının şematik olarak gösterimi.

2.3.3.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli 1x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

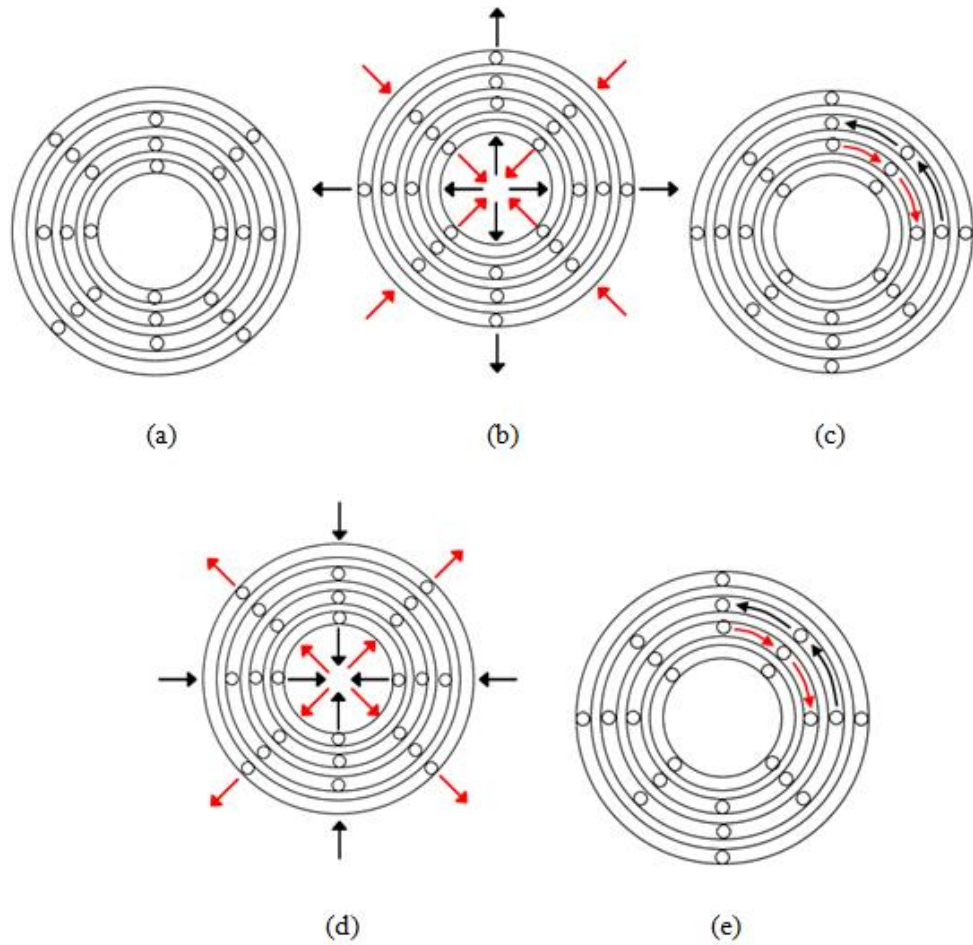
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 1x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumu için tüpler belli bir düzene göre aparata yerleştirilir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, en içteki tam katların olduğu ilk ring saat yönünde bir birim, ikinci ring ise saat yönünün tersine bir birim hareket ettirilerek çevresel yönde hareket gerçekleştirilmiş olur. Üçüncü adımda, tekrar tüpler radyal yönünde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda ringler tekrar çevresel yönünde bir birimlik birbirine zıt hareket ettirilir. Sürekli bu şekilde hareket ettirilerek önşekiller üretilir. Şekil 2.17’de uygulanan metod görülmektedir.



Şekil 2.17. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 1x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.

2.3.3.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli 2x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

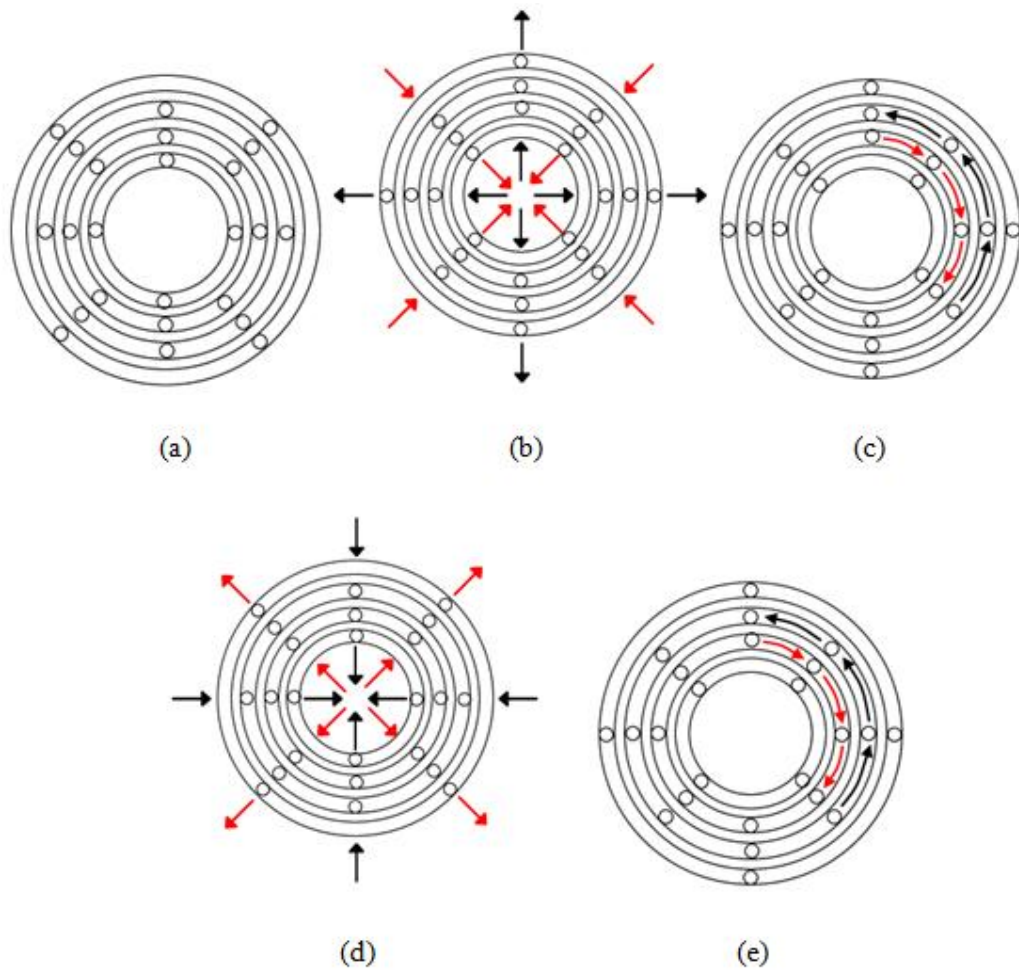
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 2x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumu için tüpler belli bir düzene göre aparata yerleştirilir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, en içteki tam katların olduğu ilk ring saat yönünde iki birim, ikinci ring ise saat yönünün tersine iki birim hareket ettirilerek çevresel yönde hareket gerçekleştirilmiş olur. Üçüncü adımda, tekrar tüpler radyal yönünde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda ringler tekrar çevresel yönünde iki birimlik birbirine zıt hareket ettirilir. Sürekli bu şekilde hareket ettirilerek önşekiller üretilir. Şekil 2.18'de uygulanan metod görülmektedir.



Şekil 2.18. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 2x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.

2.3.3.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli 3x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

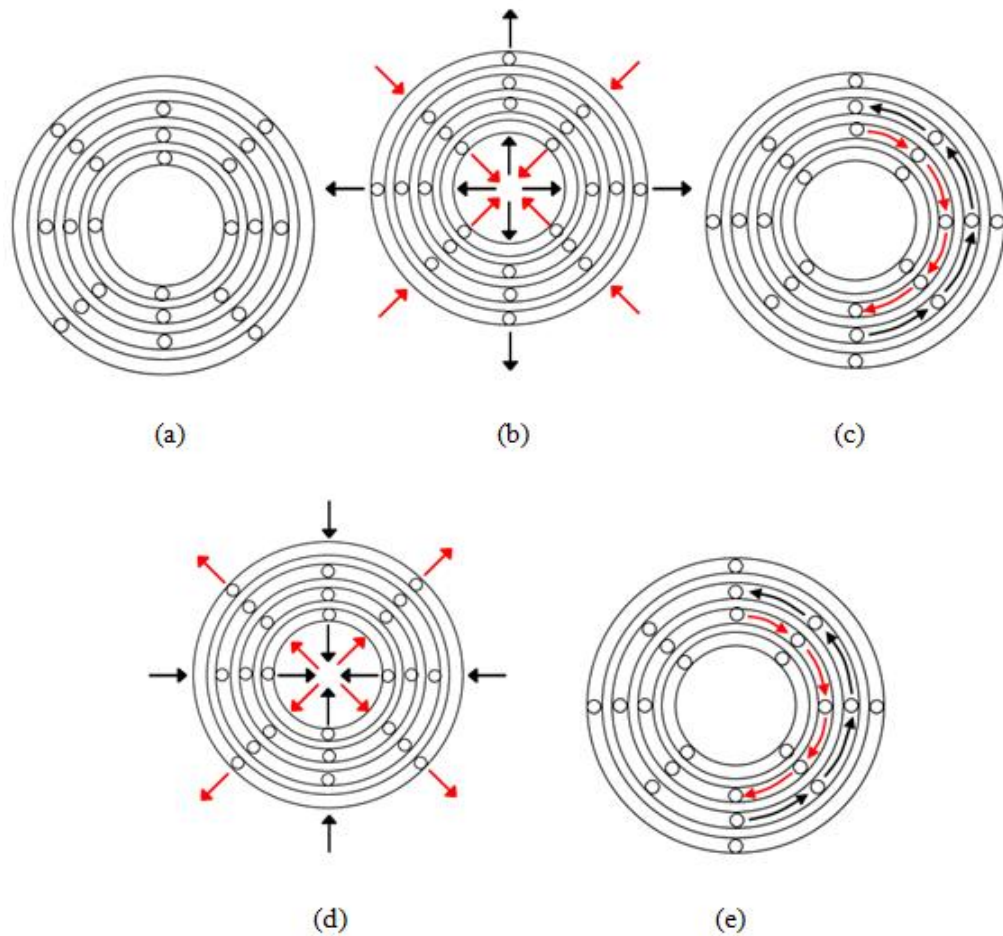
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 3x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumu için tüpler belli bir düzene göre aparata yerleştirilir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, en içteki tam katların olduğu ilk ring saat yönünde üç birim, ikinci ring ise saat yönünün tersine üç birim hareket ettirilerek çevresel yönde hareket gerçekleştirilmiş olur. Üçüncü adımda, tekrar tüpler radyal yönünde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda ringler tekrar çevresel yönünde üç birimlik birbirine zıt hareket ettirilir. Sürekli bu şekilde hareket ettirilerek önşekiller üretilir. Şekil 2.19'da uygulanan metod görülmektedir.



Şekil 2.19. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 3x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. e) 4. adım.

2.3.3.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli 4x1 Önşekillerin Üretim Metodu

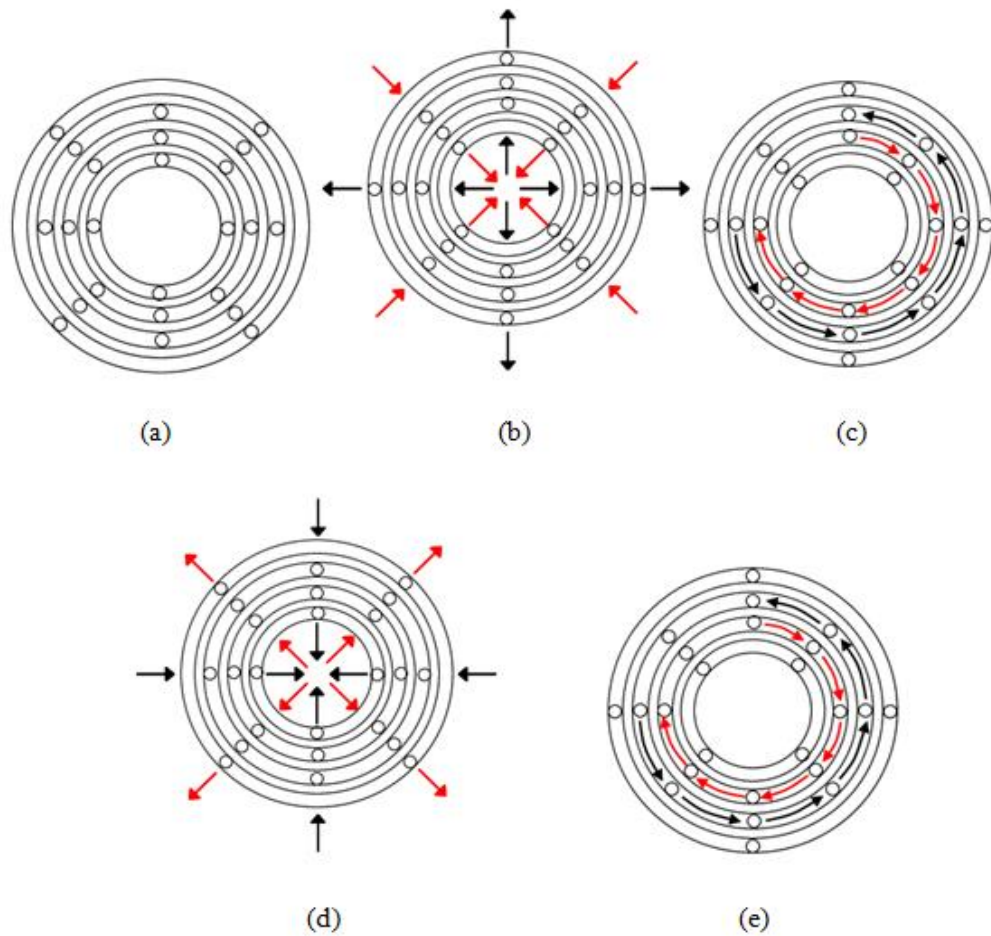
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 4x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumu için tüpler belli bir düzene göre aparata yerleştirilir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, en içteki tam katların olduğu ilk ring saat yönünde dört birim, ikinci ring ise saat yönünün tersine dört birim hareket ettirilerek çevresel yönde hareket gerçekleştirilmiş olur. Üçüncü adımda, tekrar tüpler radyal yönünde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda ringler tekrar çevresel yönünde dört birimlik birbirine zıt hareket ettirilir. Sürekli bu şekilde hareket ettirilerek önşekiller üretilir. Şekil 2.20'de uygulanan metod görülmektedir.



Şekil 2.20. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 4x1 önşekillerin üretim metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.

2.3.3.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli 6x1 Önşekillerin Üretim Metodu

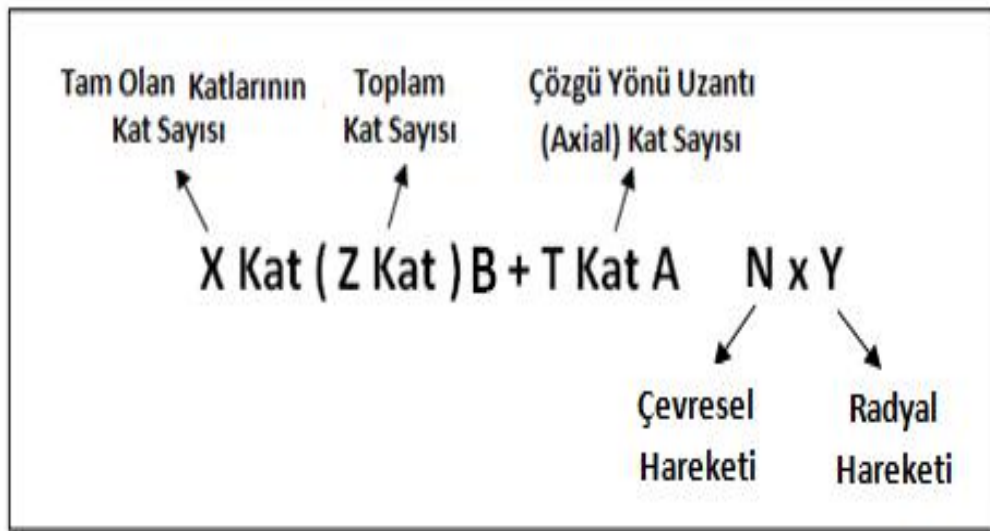
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 6x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumu için tüpler belli bir düzene göre aparata yerleştirilir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, en içteki tam katların olduğu ilk ring saat yönünde altı birim, ikinci ring ise saat yönünün tersine altı birim hareket ettirilerek çevresel yönde hareket gerçekleştirilmiş olur. Üçüncü adımda, tekrar tüpler radyal yönünde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda ringler tekrar çevresel yönünde altı birimlik birbirine zıt hareket ettirilir. Sürekli bu şekilde hareket ettirilerek önşekiller üretilir. Şekil 2.21'de uygulanan metod görülmektedir.



Şekil 2.21. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 6x1 önşekillerin üretim metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.

2.3.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekillerin (Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemi) Üretme Metodu

Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerde 1x1, 2x1, 3x1 ve 4x1 olmak üzere dört farklı hareketle ve farklı kat sayılarında önşekiller üretilmiştir. Kat sayılarının doğru ve kısa bir şekilde ifade edilebilmesi için Şekil 2.22' de yer alan kodlama kuralı uygulanmıştır.



Şekil 2.22. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekil kodlama kuralının açıklımı.

Bu kodlama kuralına göre;

X: Tam olan katların sayısını ifade eder.

Z: Toplam katsayısını ifade eder ve toplam kat sayısı, tam olan kat sayılarının toplamı ile yarım olan kat sayılarının toplamına eşittir.

B: Bilişik yöntemi

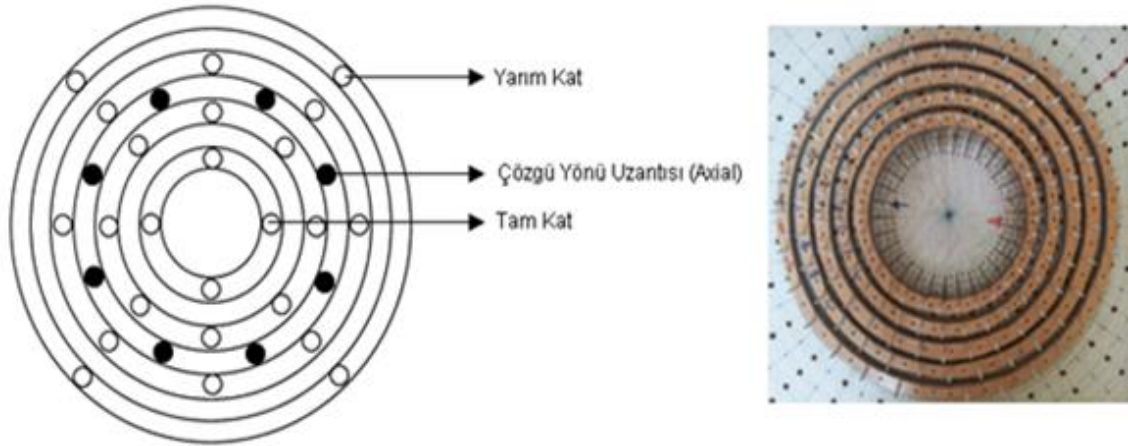
T: Çözgü yönü uzantı (Aksiyal) kat sayısını ifade eder.

A: Çözgü yönü uzantı (Aksiyal)

N: Çevresel hareketini ifade eder.

Y: Radyal hareketini ifade eder.

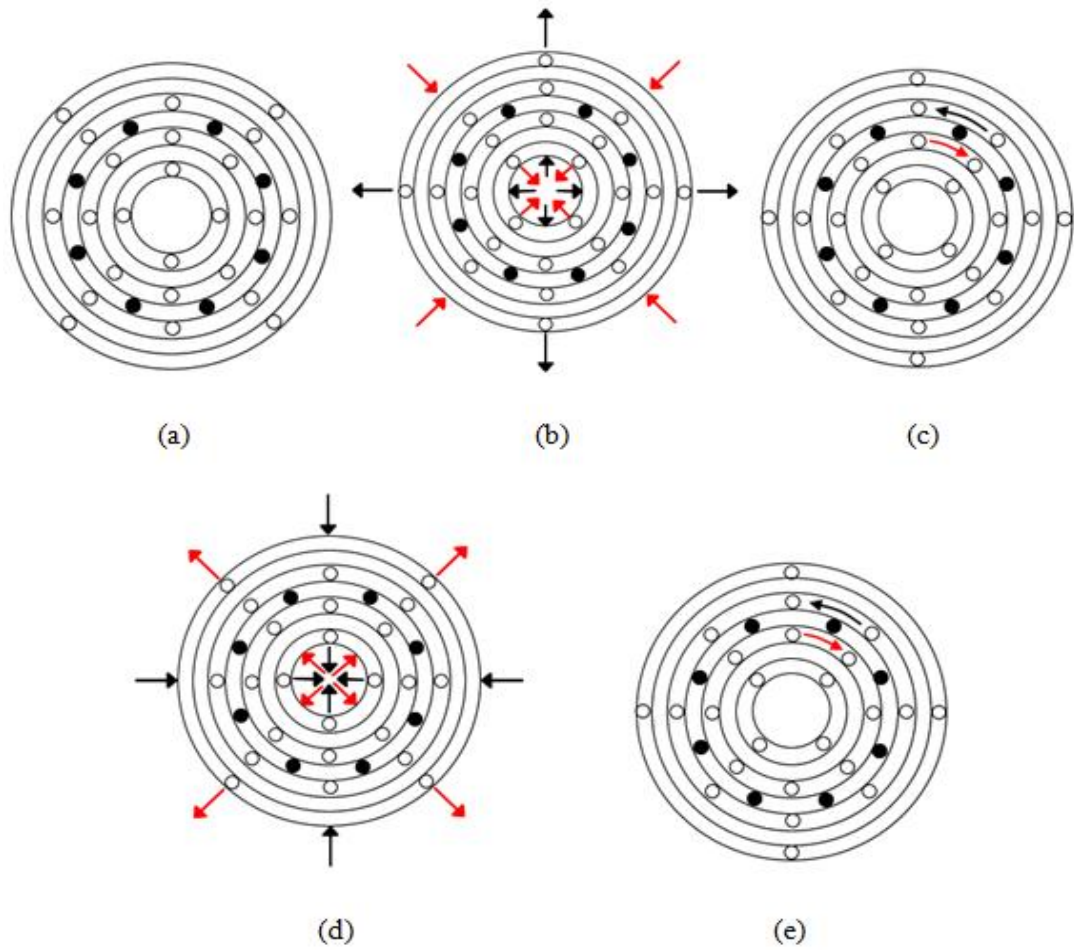
Şekil 2.23' de kodlama kuralın da yer alan tam katların, yarım katların ve çözgü uzantılarının gösterimi yer almaktadır.



Şekil 2.23. 2Kat (3Kat)B + 1Kat A 1x1 önşekil için aparat üzerinde tam, yarım ve çözgü yönü uzantı (aksiyal) kat sayılarının şematik olarak gösterimi.

2.3.4.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemli 1x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli 1x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumunda saç örgülü katlar için tüpler aparata yerleştirildikten sonra, bu saç örgülü kısımların tam katları arasına çözgü uzantı tüpleri yerleştirilmektedir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde çözgü uzantıları arasından geçecek şekilde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, en içteki tam katların olduğu ilk ring saat yönünde bir birim, ikinci ring ise saat yönünün tersine bir birim hareket ettirilerek çevresel yönde hareket gerçekleştirilmiş olur. Üçüncü adımda, tekrar tüpler radyal yönünde çözgü uzantıları arasından geçecek şekilde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda ringler tekrar çevresel yönünde bir birimlik birbirine zıt hareket ettirilir. Sürekli bu şekilde hareket ettirilerek önşekiller üretilir. Şekil 2.24' de uygulanan metot görülmektedir.

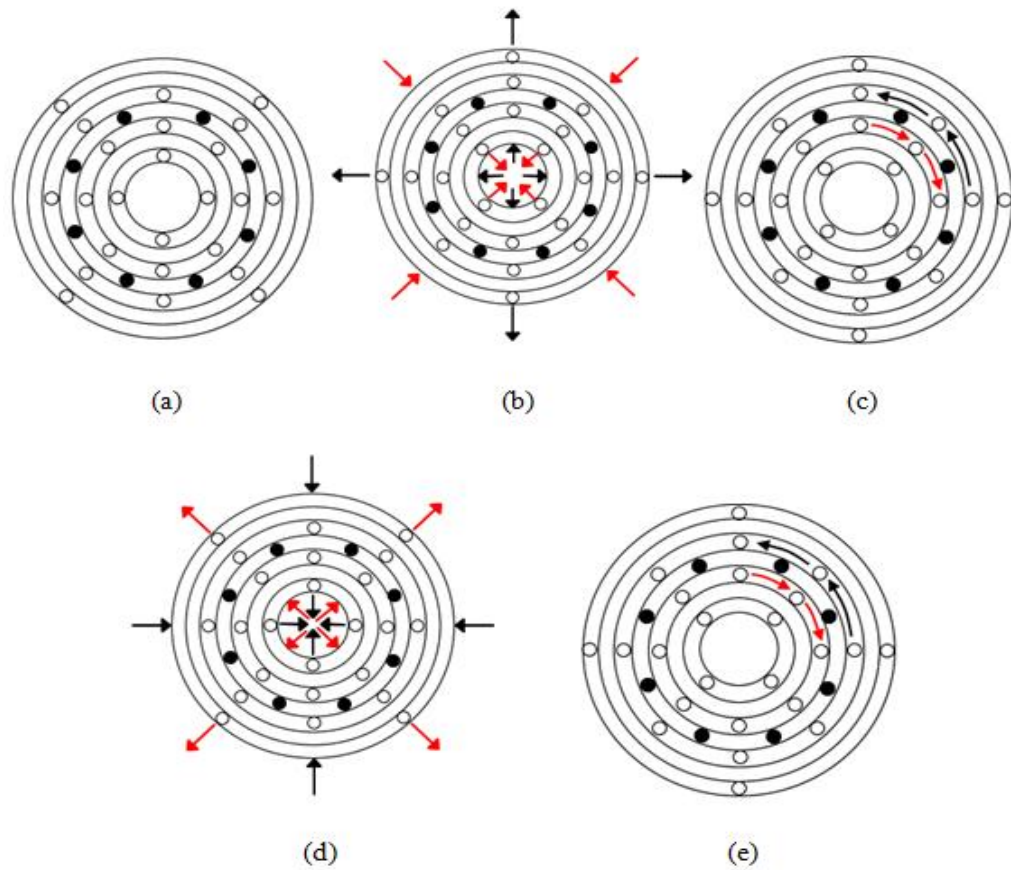


Şekil 2.24. Üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı Bilişik yöntemli 1x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) c) 2. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi) d) 3. adım (radyal yönünde hareket ettirilmesi) e) 4. adım (çevresel yönünde hareket ettirilmesi).

2.3.4.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemli 2x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

Üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı Bilişik yöntemli 2x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumunda saç örgülü katlar için tüpler aparata yerleştirildikten sonra, bu saç örgülü kısımların tam katları arasına çözü uzantı tüpleri yerleştirilmektedir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde çözü uzantıları arasından geçecek şekilde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, en içteki tam katların olduğu ilk ring saat yönünde iki birim, ikinci ring ise saat yönünün tersine iki birim hareket

ettirilerek çevresel yönde hareket gerçekleştirilmiş olur. Üçüncü adımda, tekrar tüpler radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda ringler tekrar çevresel yönünde iki birimlik birbirine zıt hareket ettirilir. Sürekli bu şekilde hareket ettirilerek önşekiller üretilir. Şekil 2.25' de uygulanan metot görülmektedir.

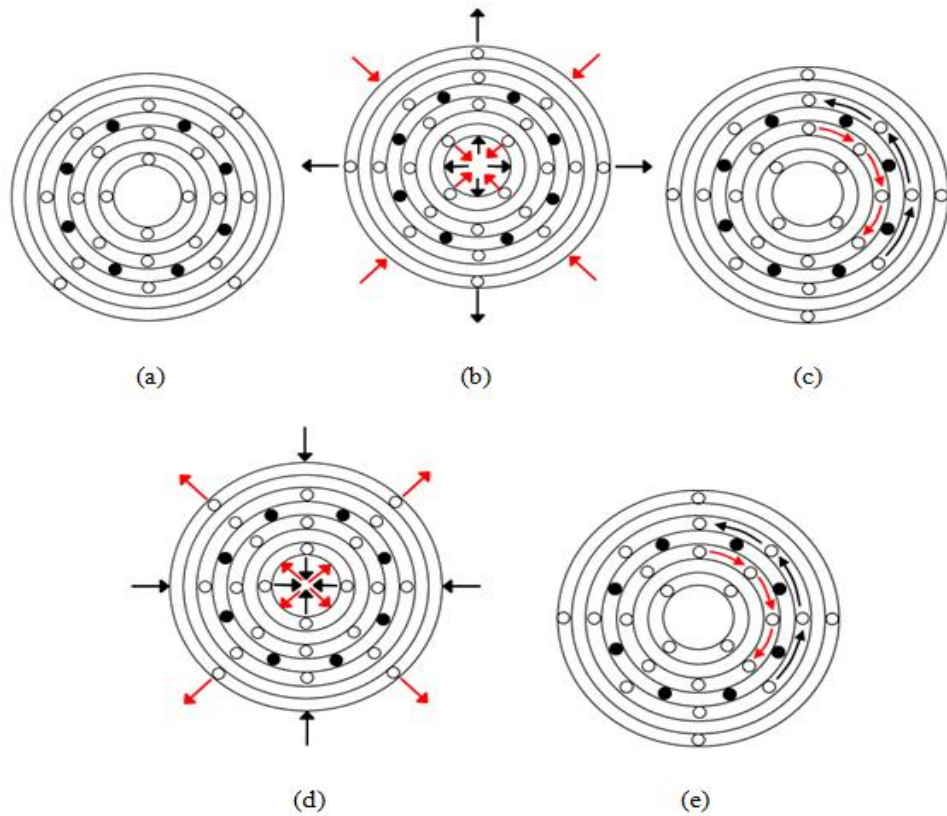


Şekil 2.25. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 2x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.

2.3.4.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli 3x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 3x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç konumunda saç örgülü katlar için tüpler aparata yerleştirildikten sonra, bu saç örgülü kısımların tam katları arasına çözümlü uzantı tüpleri yerleştirilmektedir. Yerleştirme işlemi

bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, en içteki tam katların olduğu ilk ring saat yönünde üç birim, ikinci ring ise saat yönünün tersine üç birim hareket ettirilerek çevresel yönde hareket gerçekleştirilmiş olur. Üçüncü adımda, tekrar tüpler radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda ringler tekrar çevresel yönünde üç birimlik birbirine zıt hareket ettirilir. Sürekli bu şekilde hareket ettirilerek önşekiller üretilir. Şekil 2.26' da uygulanan metod görülmektedir.

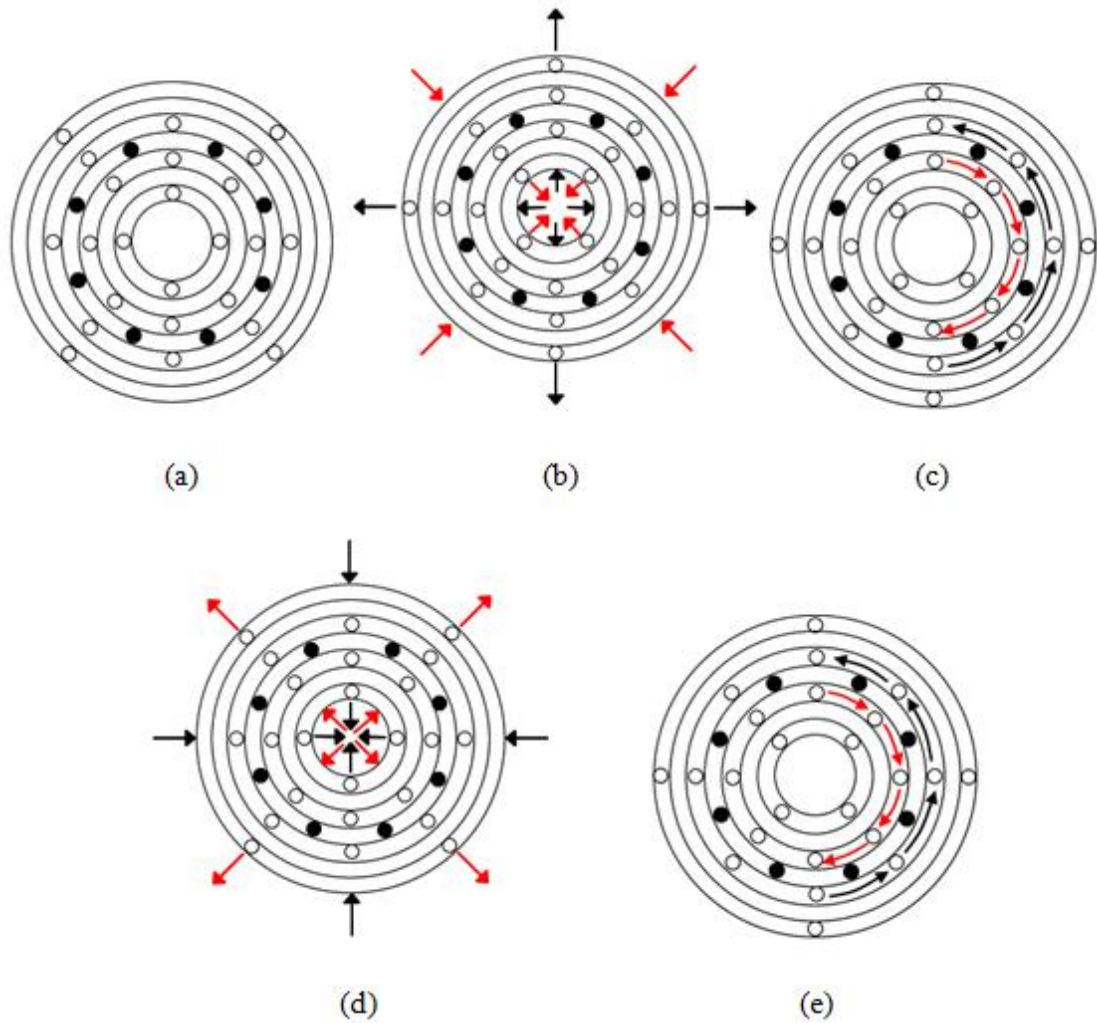


Şekil 2.26. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 3x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.

2.3.4.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli 4x1 Önşekillerin Üretilme Metodu

Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 4x1 önşekiller 4 adımda üretilmiştir. Öncelikle metoda göre aparat başlangıç konumuna hazırlanır. Başlangıç

konumunda saç örgülü katlar için tüpler aparata yerleştirildikten sonra, bu saç örgülü kısımların tam katları arasına çözümlü uzantı tüpleri yerleştirilmektedir. Yerleştirme işlemi bittikten sonra ilk adımda, tüpler radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde tek tek hareket ettirilmektedir. İkinci adımda ise, en içteki tam katların olduğu ilk ring saat yönünde dört birim, ikinci ring ise saat yönünün tersine dört birim hareket ettirilerek çevresel yönde hareket gerçekleştirilmiş olur. Üçüncü adımda, tekrar tüpler radyal yönünde çözümlü uzantıları arasından geçecek şekilde hareket ettirilir ve en son dördüncü adımda ringler tekrar çevresel yönünde dört birimlik birbirine zıt hareket ettirilir. Sürekli bu şekilde hareket ettirilerek önşekiller üretilir. Şekil 2.27' de uygulanan metot görülmektedir.



Şekil 2.27. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 4x1 önşekillerin üretilme metodu ardıl hareketleri a) başlangıç konumu b) 1. adım c) 2. adım d) 3. adım e) 4. adım.

2.4. Geliştirilen Önşekiller

Yapılan ön çalışmalar doğrultusunda aparatta 5mm çapında tüpler kullanılarak farklı hareket ve farklı kat sayılarında olmak üzere dört farklı yapıda önşekiller üretilmiştir. Yapılan ön çalışmalar doğrultusunda üretilen önşekiller şu şekildedir;

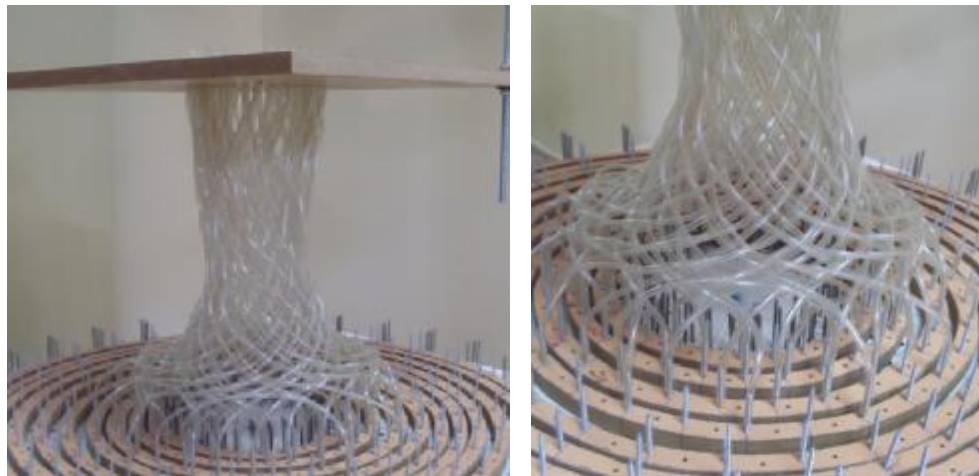
- Ø Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekiller
- Ø Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekiller
- Ø Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekiller (*Bilişik Yöntemi*)
- Ø Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekiller (*Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemi*) .

2.4.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller

Bu çalışmada, üç katlı önşekilden başlayarak on katlı önşekile kadar olan tüm geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgü önşekiller üretilmiştir.

2.4.1.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.28' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.28. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekil.

2.4.1.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]

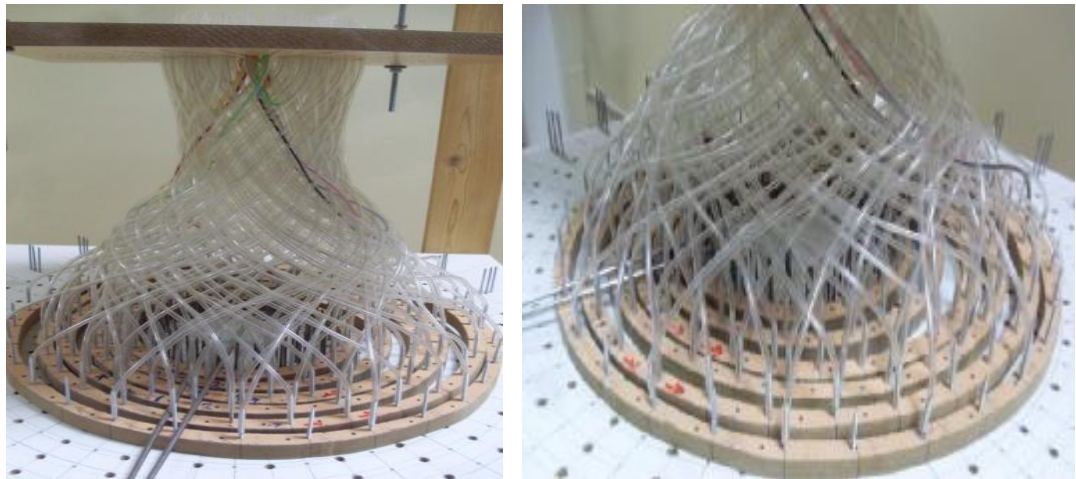
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.29' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.29. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekil.

2.4.1.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]

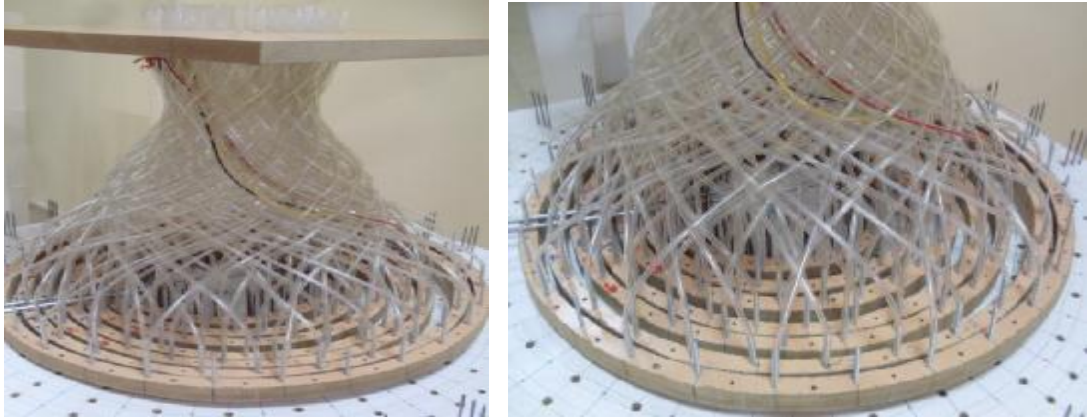
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.30' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.30. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekil.

2.4.1.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat) 1x1]

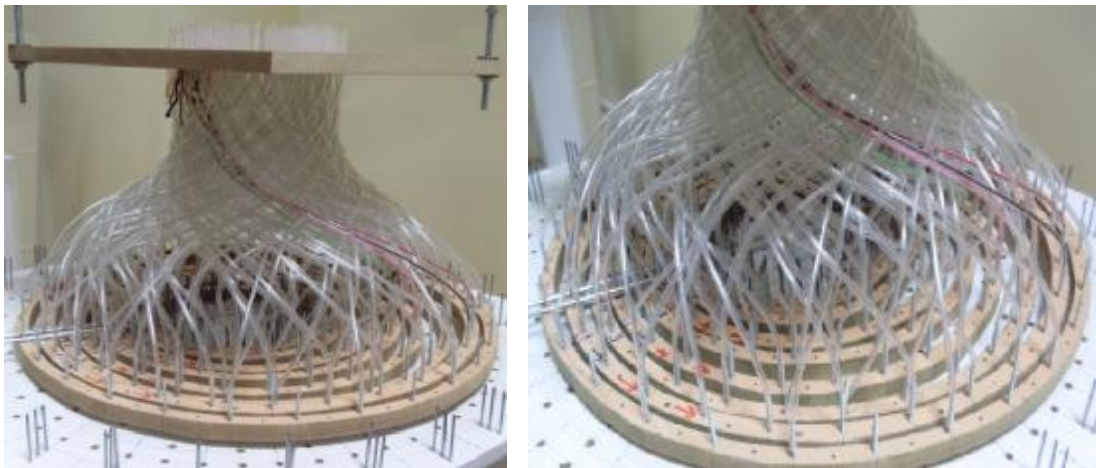
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.31' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.31. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] önşekil.

2.4.1.5. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [6Kat (7Kat) 1x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.32' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.32. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] önşekil.

2.4.1.6. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.33' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.33. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] önşekil.

2.4.1.7. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]

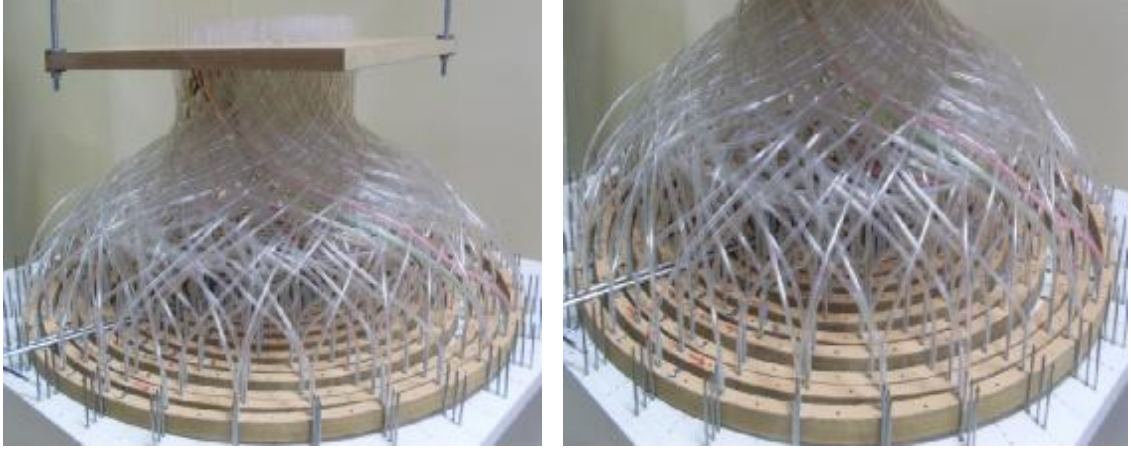
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.34' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.34. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] önşekil.

2.4.1.8. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.35' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.35. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekil.

2.4.1.9. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 2x1]

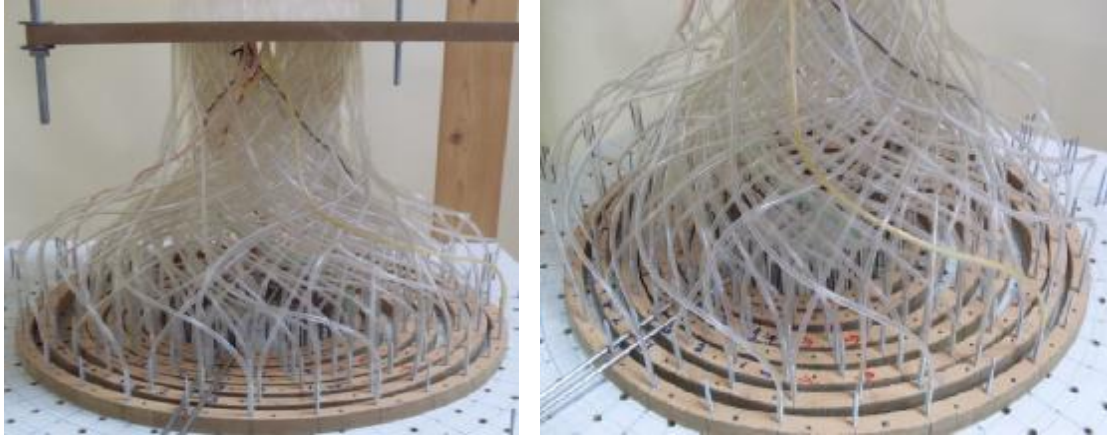
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 2'şer adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.36' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.36. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1] önşekil.

2.4.1.10. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat) 2x1]

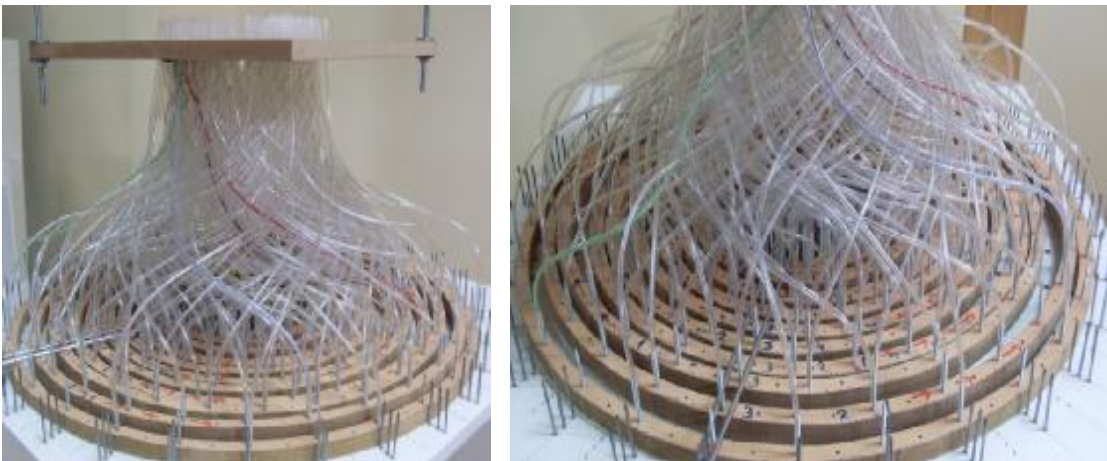
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 2'şer adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.37' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.37. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] önşekil.

2.4.1.11. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [8Kat (9Kat) 2x1]

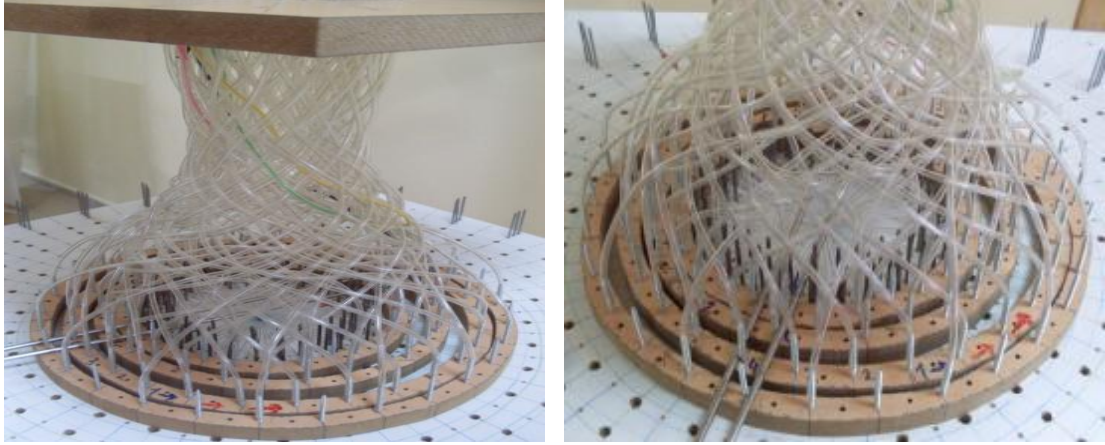
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 2'şer adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.38' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.38. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] önşekil.

2.4.1.12. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 3x1]

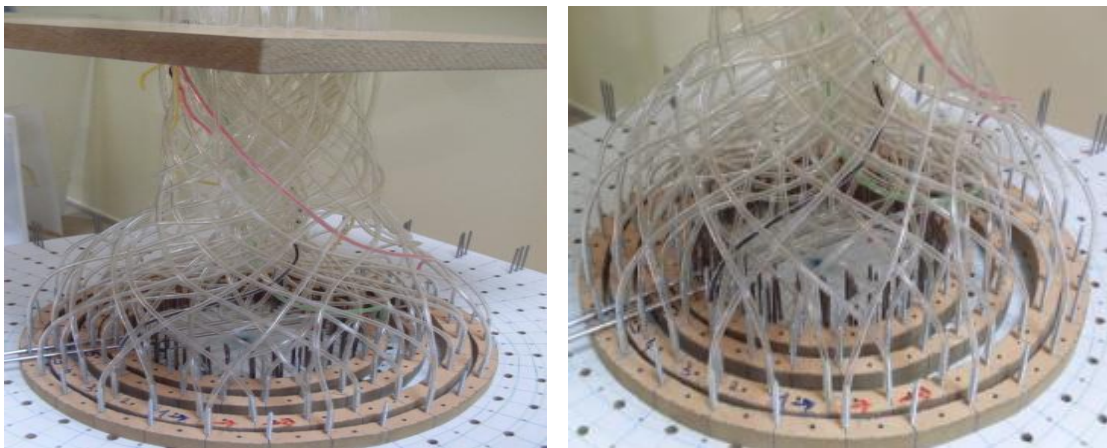
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 3'er adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.39' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.39. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekil.

2.4.1.13. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 4x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 4'er adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.40' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.40. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] önşekil.

2.4.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunlu Saç Örgülü Önşekiller

Bu çalışmada; dört katlı, altı katlı, sekiz katlı ve on katlı olmak üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzunlu saç örgü önşekiller üretilmiştir.

2.4.2.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunlu Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 1x1]

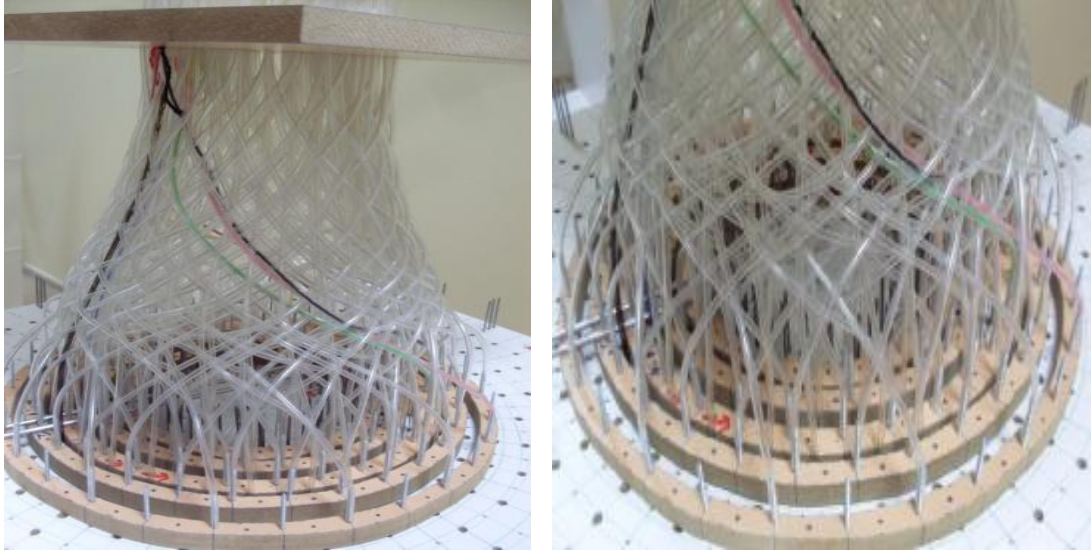
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzunlu saç örgülü [2kat (3kat)S + 1kat A 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.41' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.41. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzunlu saç örgülü [2kat(3kat)S + 1kat A 1x1] önşekil.

2.4.2.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunlu Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat)S + 2KatA 1x1]

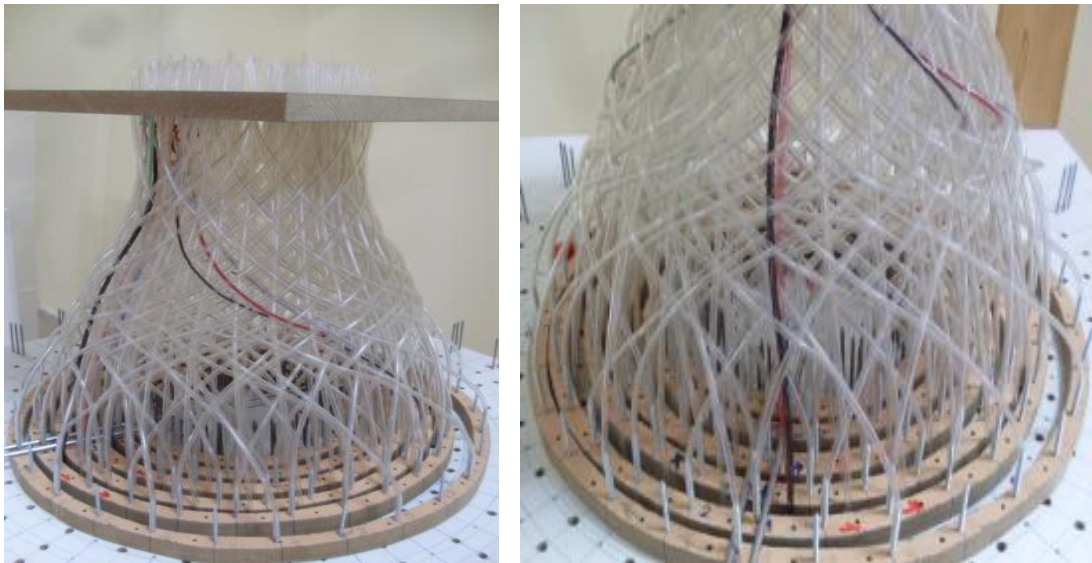
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzunlu saç örgülü [3kat (4kat)S + 2kat A 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.42' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.42. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [3kat(4kat)S + 2kat A 1x1] öñşekil.

2.4.2.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Öñşekil [4Kat (5Kat)S + 3KatA 1x1]

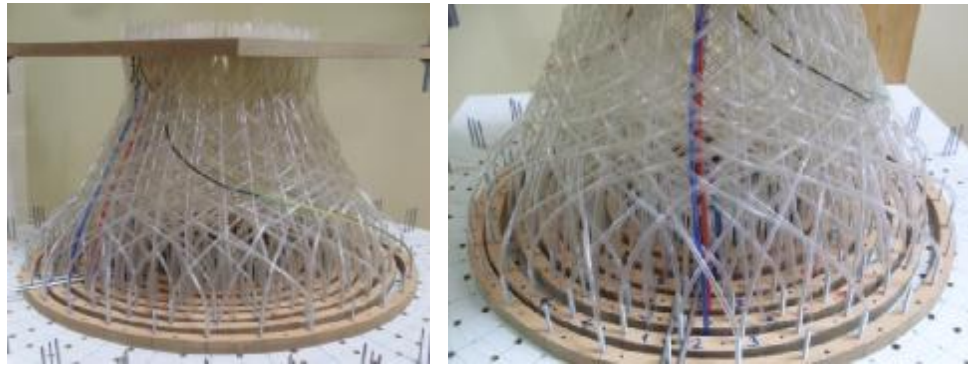
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3kat A 1x1] öñşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.43' de oluşturulan öñşekil görölmektedir.



Şekil 2.43. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [4kat(5kat)S + 3kat A 1x1] öñşekil.

2.4.2.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzanlı Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 1x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesele çözümlü uzanlı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4kat A 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.44' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.44. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesele çözümlü uzanlı saç örgülü [5kat(6kat)S + 4kat A 1x1] önşekil.

2.4.2.5. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzanlı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 2x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesele saç örgülü [2kat (3kat)S + 1katA 2x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 2'şer adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.45' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.45. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesele çözümlü uzanlı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1kat A 2x1] önşekil.

2.4.2.6. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunlu Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 2x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat)S + 4katA 2x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 2'şer adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.46' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.46. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzunlu saç örgülü [5kat(6kat)S + 4kat A 2x1] önşekil.

2.4.2.7. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunlu Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 3x1]

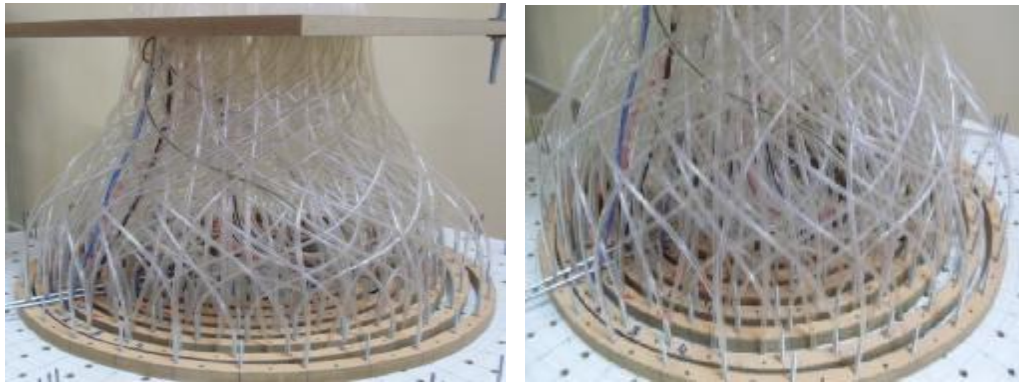
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat)S + 1katA 3x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 3'er adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.47' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.47. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzunlu saç örgülü [2kat(3kat)S + 1kat A 3x1] önşekil.

2.4.2.8. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 3x1]

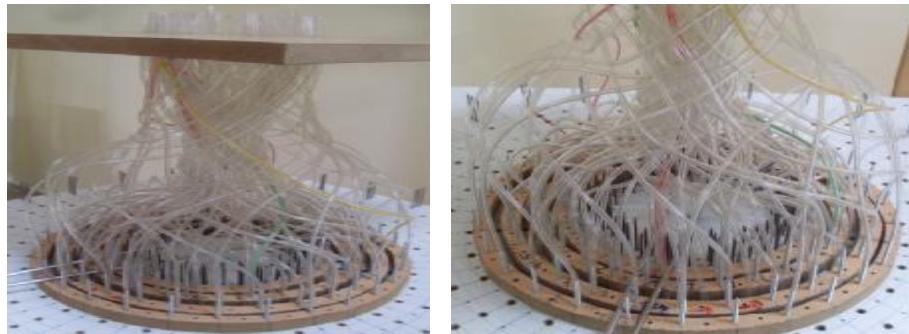
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat)S + 4katA 3x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 3'er adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.48' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.48. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [5kat(6kat)S + 4kat A 3x1] önşekil.

2.4.2.9. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 4x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat)S + 1katA 4x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 4'er adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.49' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.49. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [2kat(3kat)S + 1kat A 4x1] önşekil.

2.4.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller (Bilişik Yöntemi)

Bu çalışmada, üç katlı önşekilden başlayarak on katlı önşekile kadar olan tüm yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgü önşekiller (*Bilişik Yöntemi*) üretilmiştir. Önşekiller üretilirken farklı adım sayıları da kullanılmıştır.

2.4.3.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]

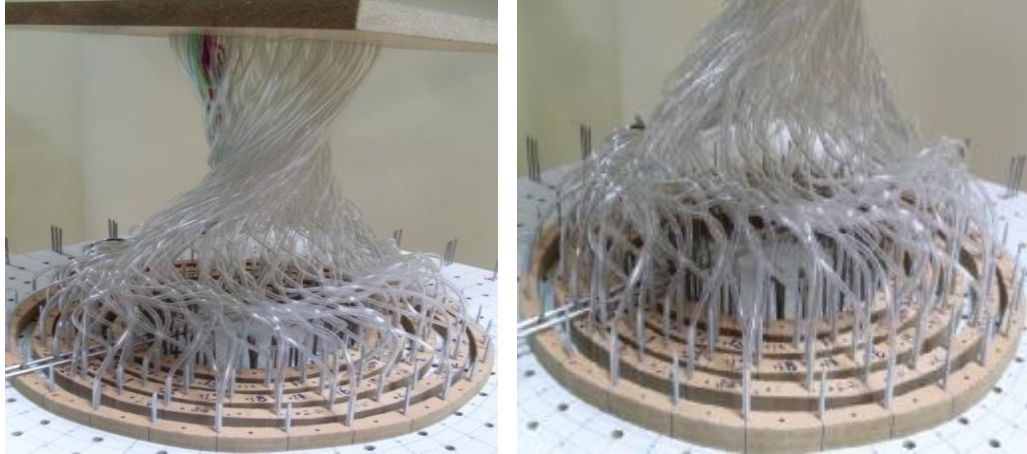
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.50' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.50. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] önşekil.

2.4.3.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]

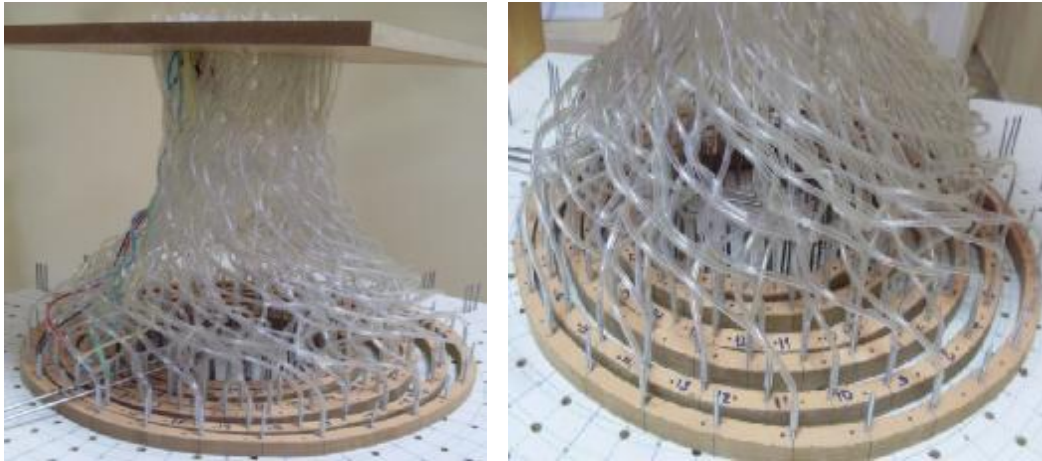
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.51' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.51. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekil.

2.4.3.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]

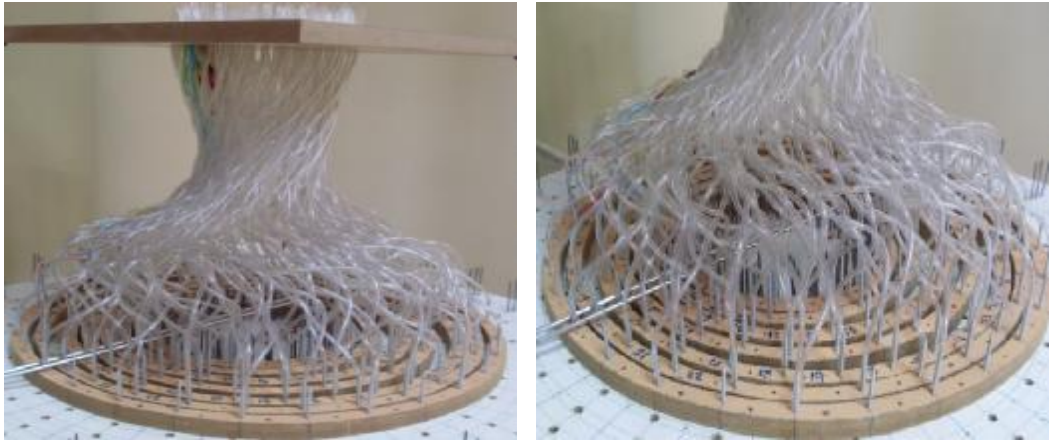
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.52' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.52. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] önşekil.

2.4.3.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat) 1x1]

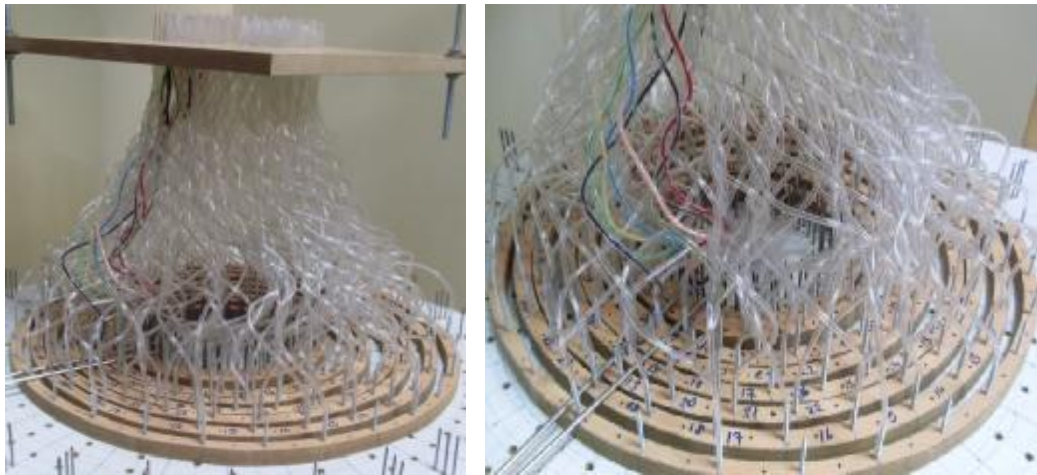
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.53' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.53. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 1x1] önşekil.

2.4.3.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [6Kat (7Kat) 1x1]

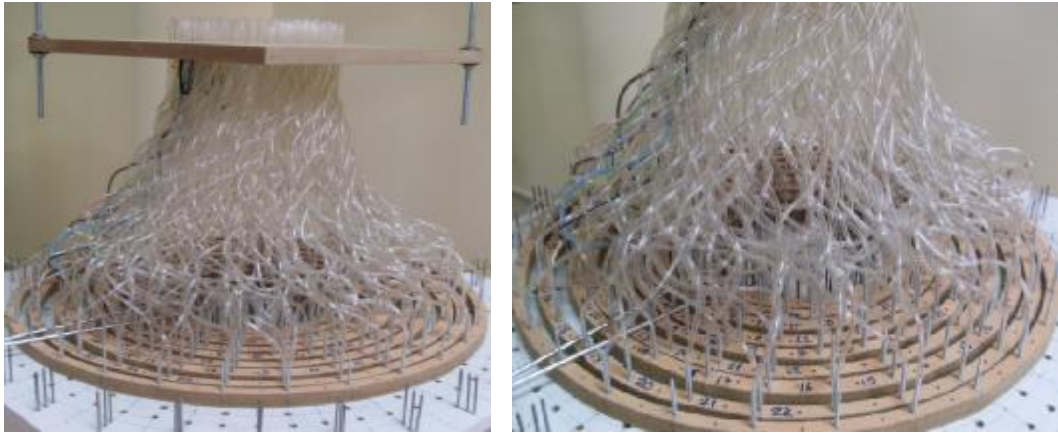
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [6kat (7kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.54' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.54. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [6kat (7kat) 1x1] önşekil.

2.4.3.6. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]

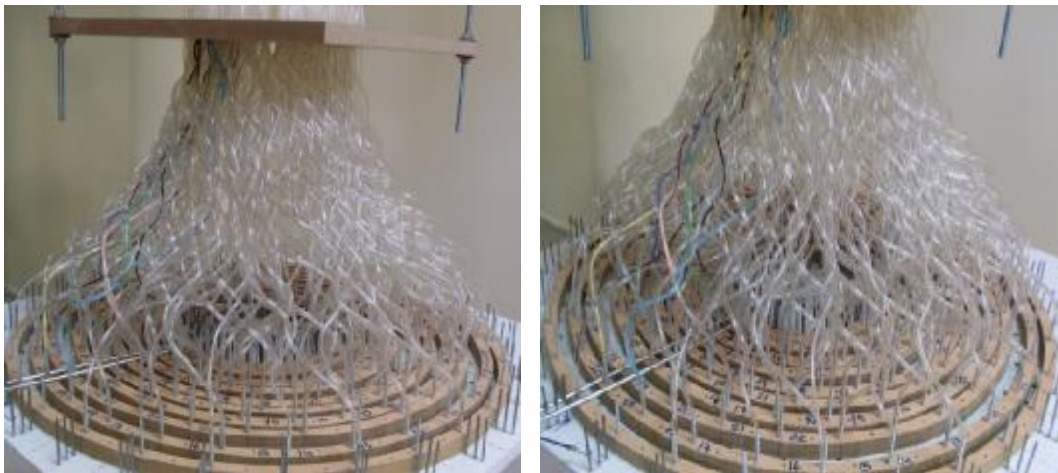
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.55' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.55. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] önşekil.

2.4.3.7. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]

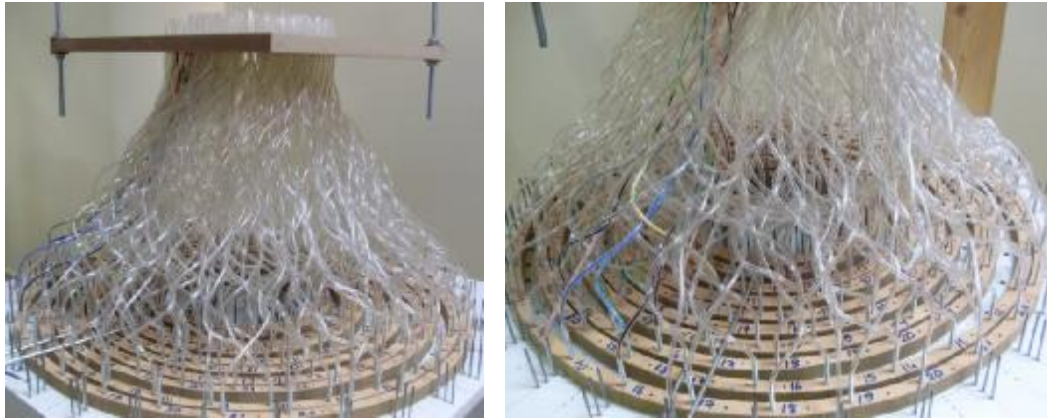
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.56' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.56. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekil.

2.4.3.8. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]

Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.57' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.57. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] öñşekil.

2.4.3.9. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [2Kat (3Kat) 2x1]

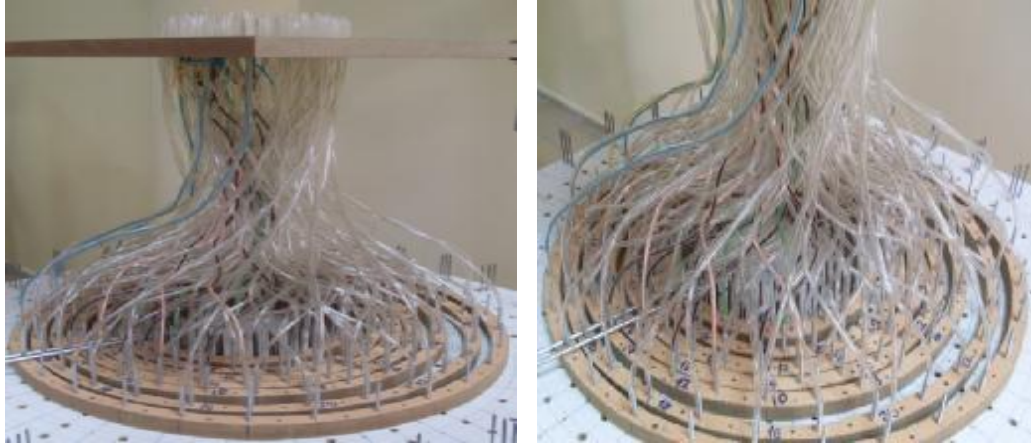
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 2x1] öñşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 2'şer adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.58' de oluşturulan öñşekil görölmektedir.



Şekil 2.58. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 2x1] öñşekil.

2.4.3.10. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [5Kat (6Kat) 2x1]

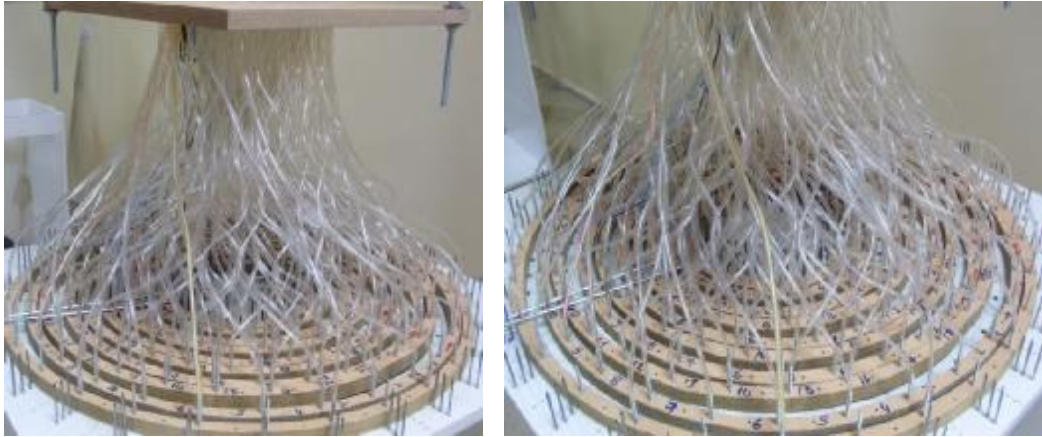
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] öñşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 2'şer adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.59' da oluşturulan öñşekil görölmektedir.



Şekil 2.59. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] önşekil.

2.4.3.11. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [8Kat (9Kat) 2x1]

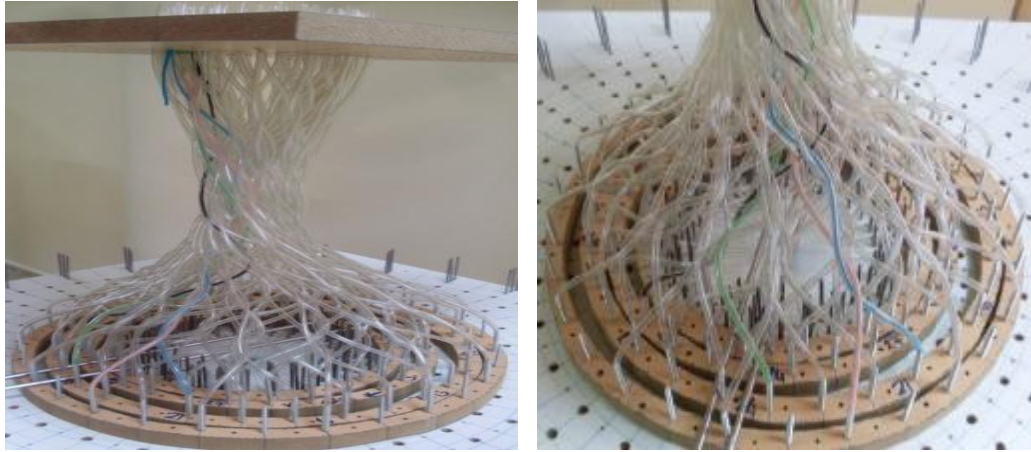
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 2'şer adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.60' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.60. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekil.

2.4.3.12. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 3x1]

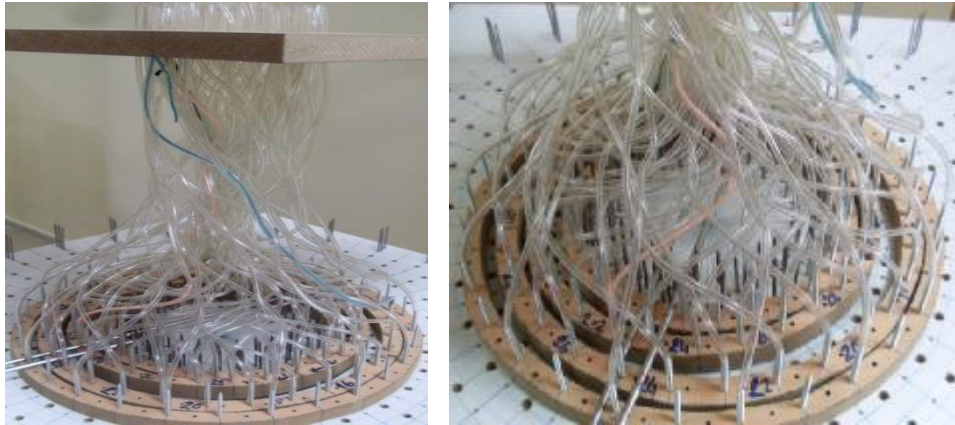
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 3'er adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.61' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.61. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat(3kat) 3x1] öñşekil.

2.4.3.13. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [2Kat (3Kat) 4x1]

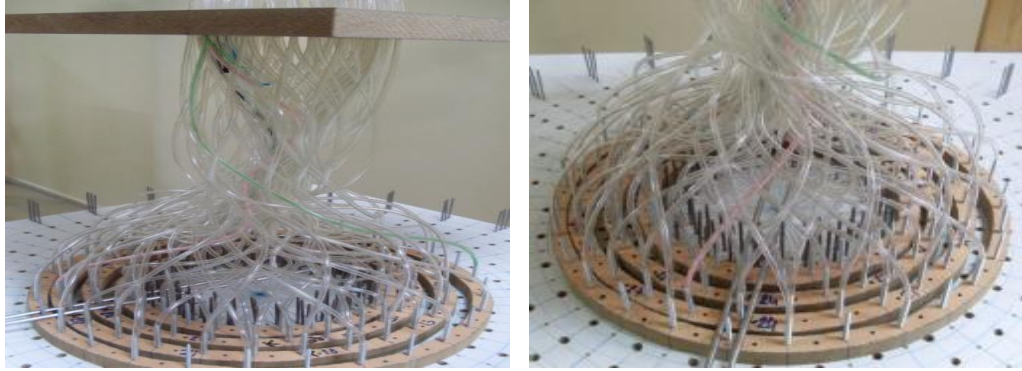
Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 4x1] öñşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 4'er adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.62' de oluşturulan öñşekil görölmektedir.



Şekil 2.62. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik Yöntemli [2kat(3kat) 4x1] öñşekil.

2.4.3.14. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [2Kat (3Kat) 6x1]

Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] öñşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 6'şar adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.63' de oluşturulan öñşekil görölmektedir.



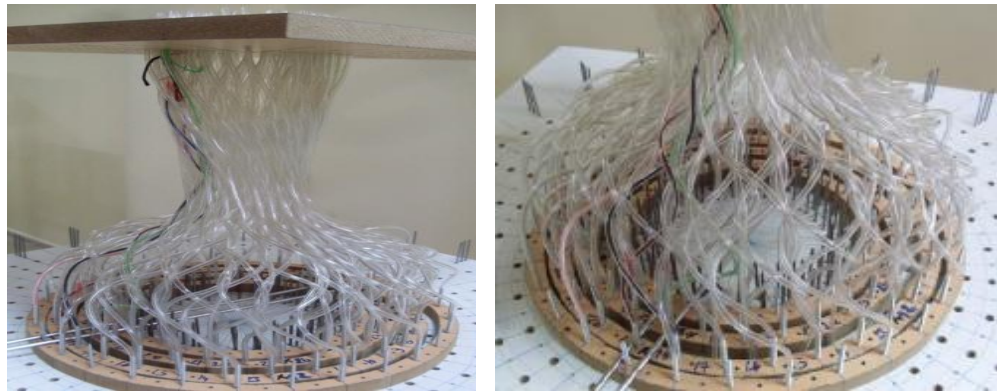
Şekil 2.63. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] öñşekil.

2.4.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Öñşekiller (Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemi)

Bu çalışmada; dört katlı, altı katlı, sekiz katlı ve on katlı olmak üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgü öñşekiller (*Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemi*) üretilmiştir.

2.4.4.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemli Öñşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 1x1]

Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat (3kat)B + 1kat A 1x1] öñşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.64' de oluşturulan öñşekil görülmektedir.



Şekil 2.64. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1katA 1x1] öñşekil.

2.4.4.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [3Kat (4Kat)B + 2KatA 1x1]

Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [3kat (4kat)B + 2kat A 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.65' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.65. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [3kat(4kat)B + 2katA 1x1] önşekil.

2.4.4.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [4Kat (5Kat)B + 3KatA 1x1]

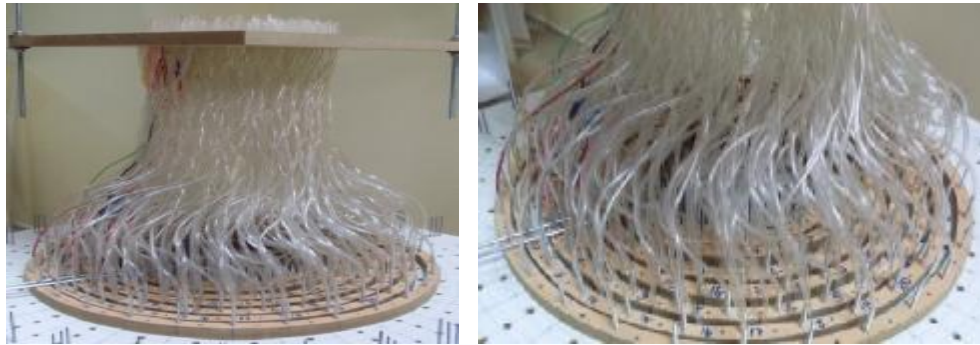
Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat (5kat)B + 3kat A 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.66' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.66. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3katA 1x1] önşekil.

2.4.4.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 1x1]

Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat (6kat)B + 4kat A 1x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel ve radyal yönünde 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.67' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.67. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4katA 1x1] önşekil.

2.4.4.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 2x1]

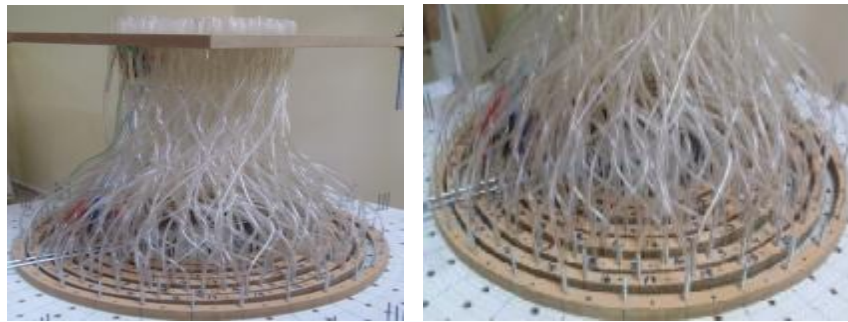
Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat (3kat)B + 1katA 2x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 2'şer adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.68' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.68. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1katA 2x1] önşekil.

2.4.4.6. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 2x1]

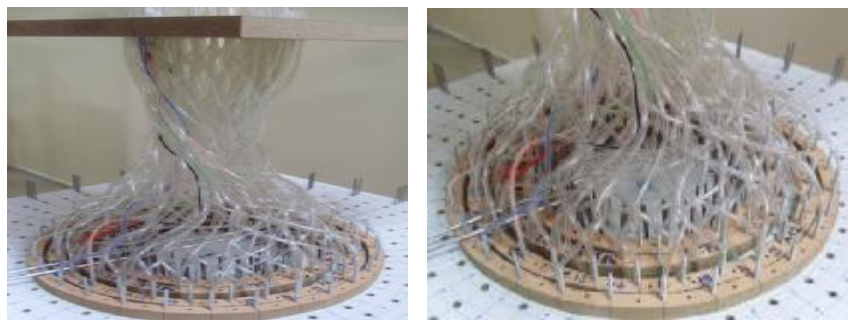
Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat (6kat)B + 4katA 2x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 2'şer adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.69' da oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.69. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4katA 2x1] önşekil.

2.4.4.7. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 3x1]

Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat (3kat)B + 1katA 3x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 3'er adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.70' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.70. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1katA 3x1] önşekil.

2.4.4.8. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 3x1]

Üç boyutlu (3D) dairesele çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat (6kat)B + 4katA 3x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 3'er adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.71' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.71. Üç boyutlu (3D) dairesele çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4katA 3x1] önşekil.

2.4.4.9. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 4x1]

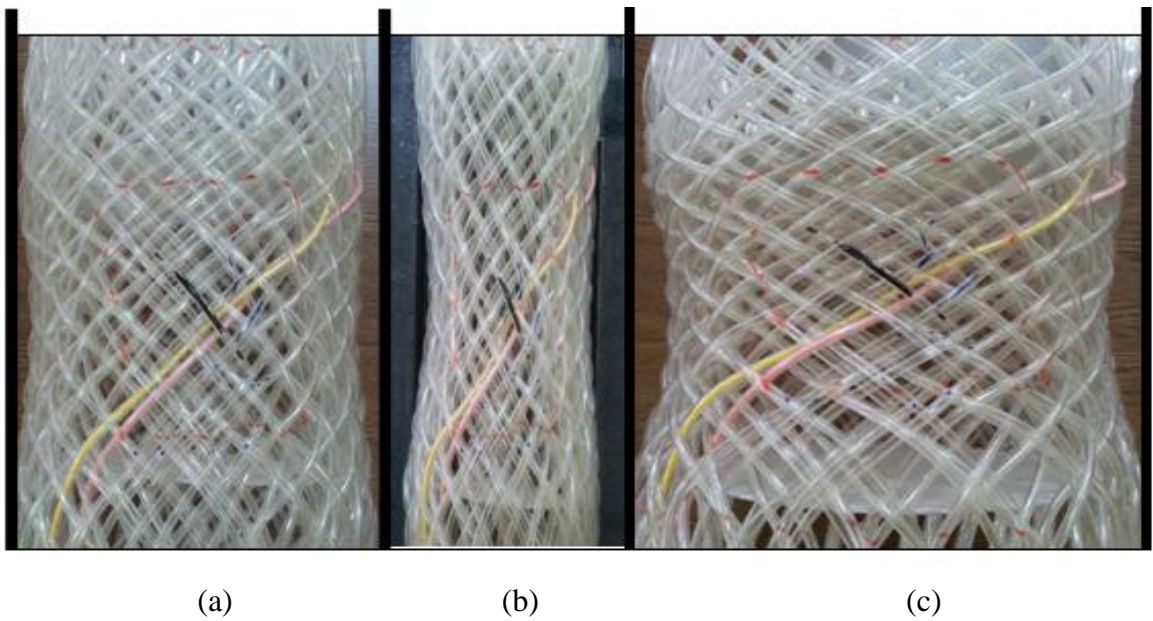
Üç boyutlu (3D) dairesele çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat (3kat)B + 1katA 4x1] önşekiller oluşturulurken 30'ar tüp kullanılmış olup, çevresel yönünde 4'er adım, radyal yönünde ise 1'er adım hareket ettirilmiştir. Şekil 2.72' de oluşturulan önşekil görülmektedir.



Şekil 2.72. Üç boyutlu (3D) dairesele çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1katA 4x1] önşekil.

2.5. Geliştirilen Önşekiller Üzerinde Yapılan Ölçümler

Bu çalışmada, önşekiller üzerinde yapılan ölçümler, yapı ile ilgili olan parametreler ve birim hücre ile ilgili olan parametreler olmak üzere iki ana başlık altında yapılmıştır. Önşekillerin maksimum, minimum ve normal şart altındaki durumları göz önüne alınarak ölçülmüştür. Normal şart altındaki durumu ölçülürken, önşekile dışarıdan hiç bir etki uygulanmamıştır ve normal şart altındaki durumunu korunması için yapının her iki ucuna daire şeklinde mukavvalar yerleştirilmiştir. Minimum şart altındaki durumu ölçülürken, yapıyı bozmadan önşekil kare kesitli dört çubuk yardımıyla kenarlarından sıkıştırılarak minimum forma getirilmiştir ve sonra bu formun korunması için yapının her iki ucuna daire şeklinde mukavvalar yerleştirilmiştir. Ölçümler sıkıştırılma sonucunda elde edilen minimum yeni boyut üzerinden yapılmıştır. Maksimum şart altındaki durumu ölçülürken ise, yapıyı bozmadan önşekil maksimum seviyeye gelinceye kadar açıldıktan sonra bu formun korunması için yapının her iki ucuna daire şeklinde mukavvalar yerleştirilmiştir. Elde edilen maksimum yeni boyut üzerinden ölçümler yapılmıştır. Üretilen önşekiller üzerinde yapılan ölçümlerde kumpas, cetvel, açölçer, kare kesitli çubuklar ve farklı çaplarda kesilmiş daire şeklinde mukavvalar kullanılmıştır. Şekil 2.73' de önşekillerin maksimum, minimum ve normal şart altındaki durumları görülmektedir.



Şekil 2.73. Önşekillerin a) normal b) minimum c) maksimum şart altındaki durumu.

2.5.1. Birim Hücrenin Çıkarılması

Yapı içerisinde tekrar eden en küçük hareketin olduğu bölgeye birim hücre denir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü ve yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü (*Bilişik Yöntemi*) önşekillerde, birim hücre çıkarılırken yapılar tek tek incelenmiş ve yapıyı en iyi temsil eden bölgeden tekrar eden hareket seçilmiştir. Böylelikle birim hücre ölçümleri seçilen bu alan üzerinden gerçekleştirilmiştir.

2.5.2. Boyutsal Ölçümler

Oluşturulan önşekillerde, yapı ile ilgili olan parametrelerde önşekilin duvar kalınlığı, çapı ve uzunluğu aynı şekilde birim hücreyle ilgili olan parametrelerde de önşekil birim hücrenin dış çap genişliği, duvar kalınlığı ve uzunluğu ölçülmüştür. Genişlik ve uzunluk ölçümlerinde cetvel, çap ve duvar kalınlığı ölçümlerinde ise kumpas kullanılmıştır.

2.5.3. Açısal Ölçümler

Açısal ölçümlerde, önşekillerin yüzey ile yaptığı açı, helis açısı ve yapının kalınlığında yaptığı düzlem dışı açıları ölçülmüştür. Eğer önşekil çözümlü uzantılı ise bunlara ek olarak çözümlü uzantı (Aksiyal) açısı da ölçülmüştür. Açılar ölçülürken θ_1 , θ_2 , θ_{b1} , θ_{b2} , θ_h ve θ_a şeklinde isimlendirilmiştir. Burada;

θ_1 : - saç örgü iplik setinin yapı yüzeyi ile yaptığı açı (Yapı düzlemindeki açı)

θ_2 : + saç örgü iplik setinin yapı yüzeyi ile yaptığı açı (Yapı düzlemindeki açı)

θ_h : +/- saç örgü iplik setlerinin helis açısı

θ_{b1} : - saç örgü iplik setinin yapı kalınlığında yaptığı düzlem dışı açı

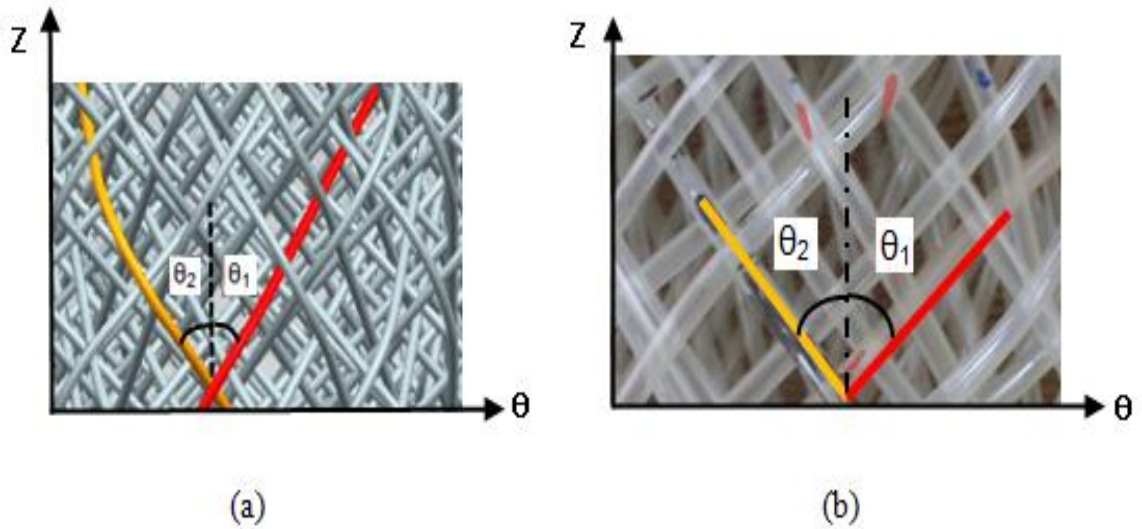
θ_{b2} : + saç örgü iplik setinin yapı kalınlığında yaptığı düzlem dışı açı

θ_a : Çözümlü uzantı açısı (Aksiyal açısı)

2.5.3.1. Yüzey Açısı ($\pm\theta^\circ$)

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü ve yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerde yüzey açısı

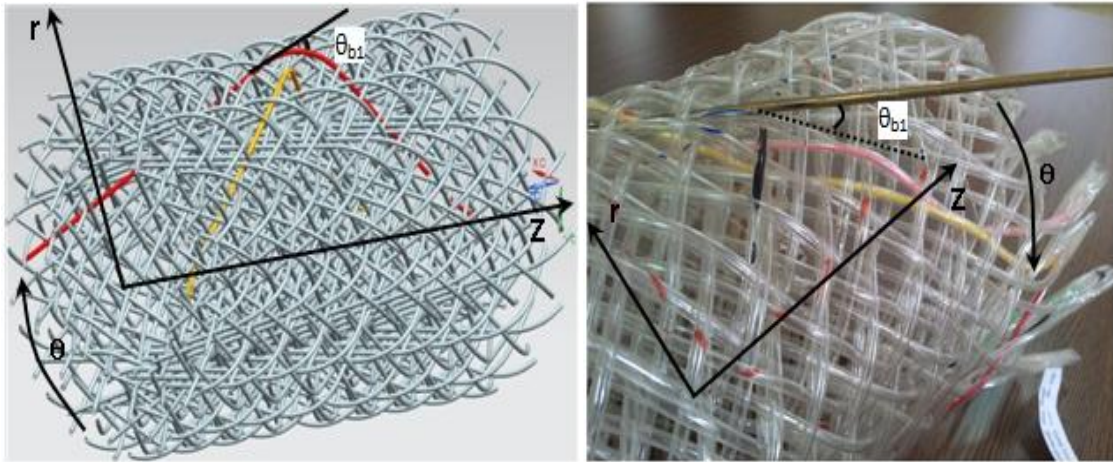
ölçümleri yapılırken öncelikle yön belirlenmiştir. Yön belirlendikten sonra yapı üzerinde (-) saç örgü iplik seti (θ_1) kırmızı ile, artı (+) saç örgü iplik seti (θ_2) ise sarı ile işaretlenmiştir. Daha sonra işaretlenen yerlerden açıölçer yardımı ile $\pm\theta$ açısı yapının normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülmüştür. Şekil 2.74'de θ_1 ve θ_2 açılarının şematik ve yapı üzerinde gösterimi yer almaktadır.



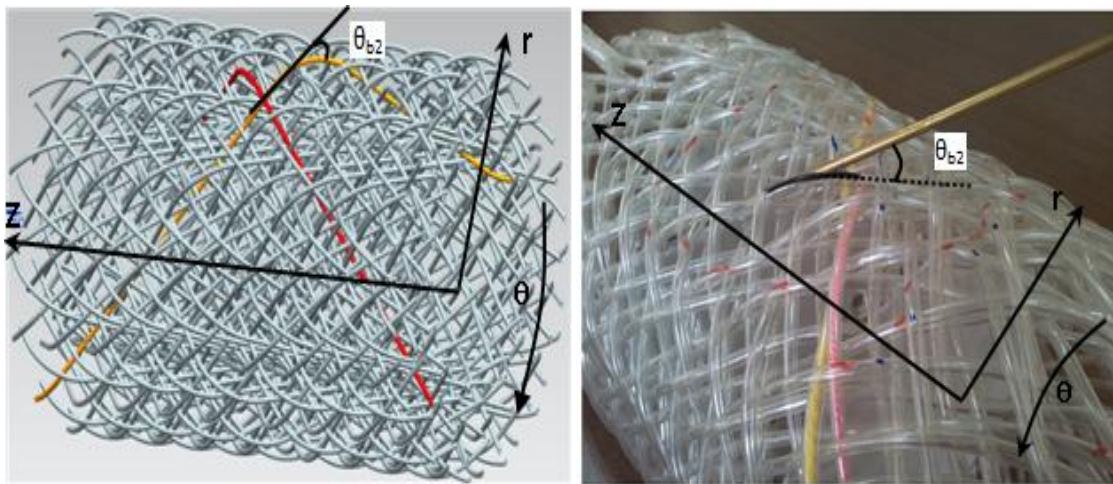
Şekil 2.74. θ_1 ve θ_2 yüzey açılarının a) şematik b) yapı üzerinde gösterimi.

2.5.3.2. Düzlem Dışı Açısı (Saç Örgü Açısı) ($\pm\theta_b$)

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü ve yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerde düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ölçümleri yapılırken öncelikle yön belirlenmiştir. Yapı üzerinde (-) saç örgü iplik seti düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) (θ_{b1}) ve (+) saç örgü iplik seti düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) (θ_{b2}) işaretlenmiştir. İşaretleme işleminden sonra bir çubuk yardımı ile düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) belirlenmiştir. İlk adımda belirlenen düzlem dışı açılarının doğru ölçülebilmesi için, belirlenen açı işaretlenerek başka bir yüzeye taşınmıştır. İkinci adımda ise taşınan açı işaretlenen yerlerden açıölçer yardımı ile yapının normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülmüştür. Şekil 2.75'de θ_{b1} açısının, Şekil 2.76'da ise θ_{b2} açısının şematik ve yapının üzerinde gösterimi yer almaktadır.



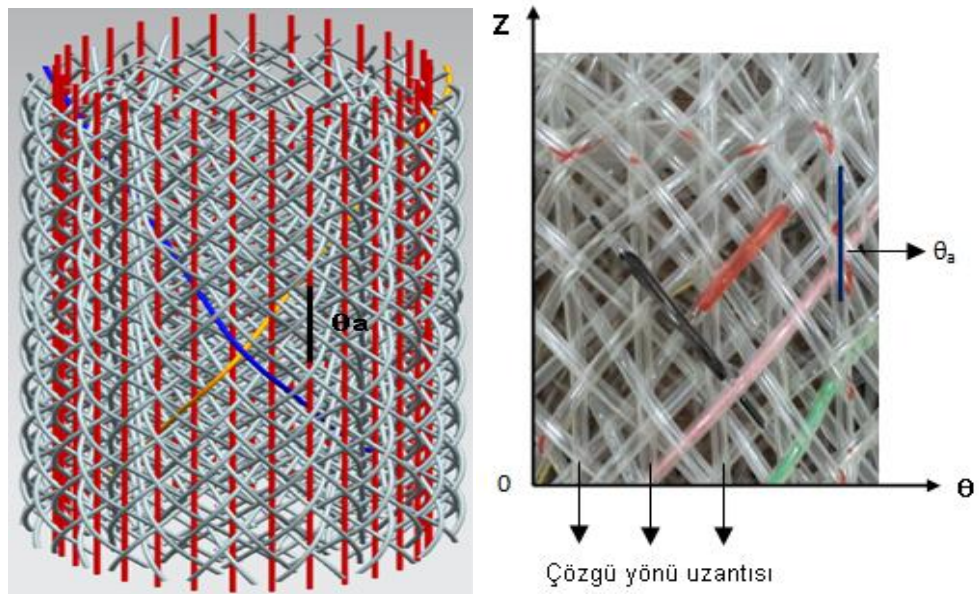
Şekil 2.75. θ_{b1} düzlem dışı açısının (saç örgü açısı) şematik ve yapı üzerinde gösterimi.



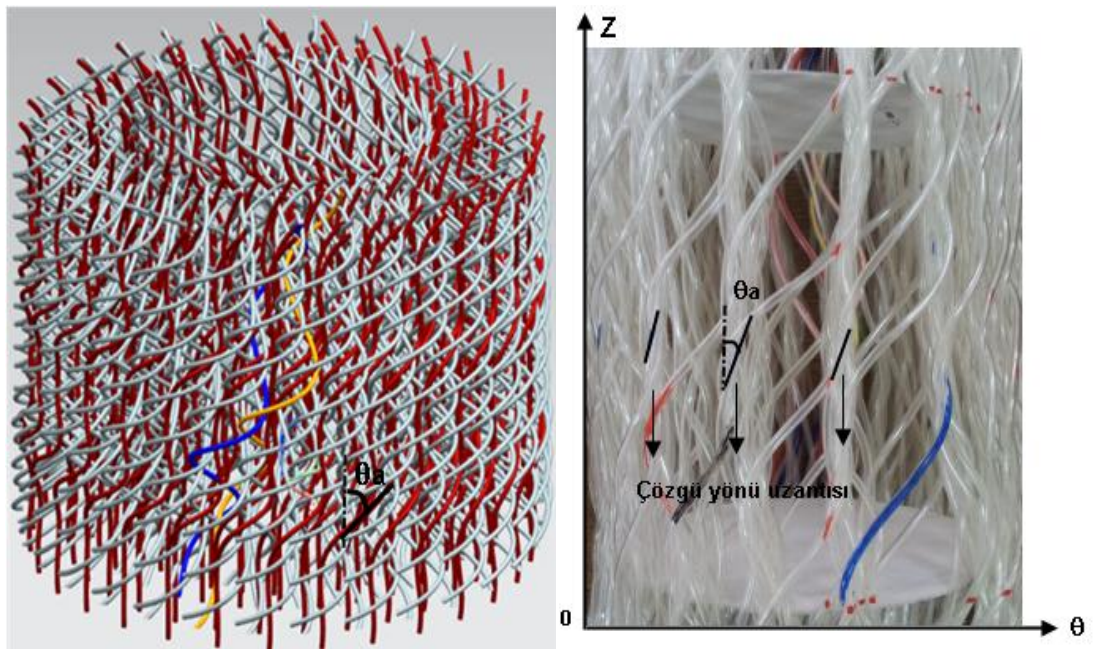
Şekil 2.76. θ_{b2} düzlem dışı açısının (saç örgü açısı) şematik ve yapı üzerinde gösterimi.

2.5.3.3. Çözgü Yönü Uzantı Açısı (θ_a)

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü ve yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı önşekillerde çözgü yönü uzantı açısı ölçümleri yapılırken, önşekilin her katındaki çözgü uzantılarının diğer katlarla paralel olup olmadığı incelenmiştir. Geleneksel dairesel üç boyutlu (3D) çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerde çözgü yönü uzantı açısı 0° olarak ölçülmüştür (Şekil 2.77). Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerde ise bu açı değeri 0° 'den farklı ölçülmüştür (Şekil 2.78).



Şekil 2.77. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı yapılar için θ_a açısının şematik ve yapı üzerinde gösterimi.



Şekil 2.78. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı yapılar için θ_a açısının şematik ve yapı üzerinde gösterimi.

2.5.3.4. Helis Açısı (θ_h)

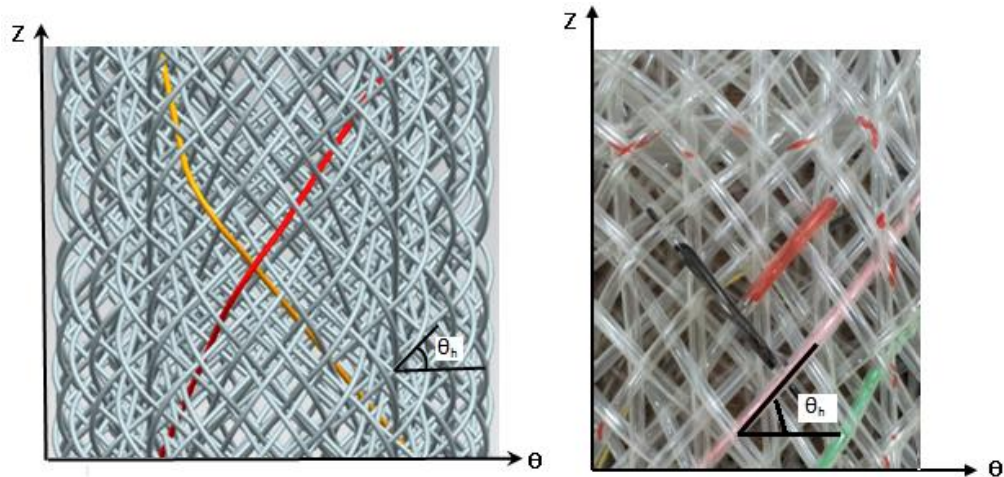
Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü yapılarda, saç örgü iplikleri yapının düzleminde ve düzlem dışında yapının uzunluğu boyunca çepeçevre hareket ederek

konumlanmıştır. Bilişik yönteminde ise saç örgü iplikleri geleneksel saç örgü gibi konumlanmamış olup yapının düzleminde ve düzlem dışında yapının uzunluğu boyunca çepeçevre hareket ederek geleneksel saç örgü yapılarında oluşan helisten farklı bir helis meydana getirerek konumlanmıştır. Bu yapılarda helis açısı ölçümü yapılırken yapı içerisinde yapıyı en iyi temsil eden bir tüp seçilmiş ve daha sonra bu tüpün izlediği yörünge üzerinden açıölçer yardımıyla helis açısı ölçümü yapılmıştır (Şekil 2.79). Helis açısı (θ_h) ile yüzey açısı (θ_1 ve θ_2) arasındaki ilişkiyi ise;

$$\theta_h = 90 - \theta_1 \quad \text{veya} \quad (1)$$

$$\theta_h = 90 - \theta_2 \quad (2)$$

şeklinde formülize edebiliriz.



Şekil 2.79. θ_h açısının şematik ve yapı üzerinde gösterimi.

2.5.4. Kullanılan Tüp Çapının Ölçülmesi

Önşekilleri oluştururken, PVC'den üretilmiş tüpler kullanılmıştır. Kullanılan tüplerin çapları kumpas yardımı ile ölçülmüştür ve tüp çapları 5mm olarak bulunmuştur.

2.5.5. Sıklık Ölçümleri

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü ve yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerde sıklık ölçümü yapılırken yapıların 5cm'deki yüzey sıklığına bakılmıştır.

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü ve yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerde sıklık ölçümü yapılırken, yapıların 5cm'deki yüzey sıklığına bakılmıştır. Bu yapılarda ayrıca çözümlü yönü uzantı (aksiyal) sıklığına da bakılmıştır. Çözümlü yönü uzantı sıklığı ölçümü de 5cm üzerinden ölçülmüştür.

Oluşturulan önşekillerin, uzunluğu boyunca güçlendirici bir iplik seti olmadığı için, uzunluk boyunca herhangi bir sıklık ölçümü yapılmamıştır. Sıklık ölçümleri çevre boyunca yapılmış olup, önşekillerin normal, maksimum ve minimum durumları içinde gerçekleştirilmiştir.

2.5.6. Temsili İplik Uzunluk Ölçümleri

Bu çalışmada, üretilen önşekillerde sadece adım hareketi 1x1 olan yapılarda temsili iplik uzunluk ölçümleri yapılmıştır. Temsili iplik uzunluk ölçümleri olarak; iplik yüzey uzunluğu (ℓ), saç örgü iplik uzunluğu (ℓ_b), yüzey ark uzunluğu (ℓ_a) ve toplam iplik uzunluğu ($\ell_{ty}=\ell_a+\ell_b$) ölçümleri yapılmıştır. Önşekillerin iplik uzunluk ölçümleri maksimum, minimum ve normal şart içinde yapılmıştır. Ölçümlerde iğne ve cetvel kullanılmıştır.

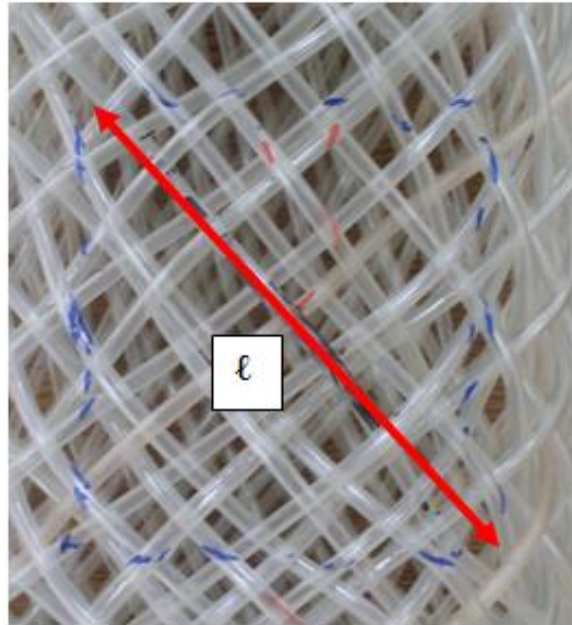
2.5.6.1. İplik Yüzey Uzunluğu Ölçümü (ℓ)

İplik yüzey uzunluğu ölçümleri 1x1 olan önşekillerin hepsi için birim hücre üzerinden yapılmıştır. Öncelikle yapıyı en iyi temsil eden birim hücre belirlenmiş ve daha sonra bu birim hücrenin etrafı bir kalem yardımı ile işaretlenmiştir. İşaretlenen bölgedeki iplik yüzey uzunluğu cetvel yardımı ile ölçülmüştür. Şekil 2.80' de iplik yüzey uzunluğunun yapı üzerinde gösterimi yer almaktadır. Şekil 2.85' de ise iplik yüzey uzunluğunun şematik olarak gösterimi yer almaktadır.

2.5.6.2. Saç Örgü İplik Uzunluğu Ölçümü (ℓ_b)

Saç örgü iplik uzunluğu ölçümü 1x1 olan önşekillerin hepsi için yapılmıştır. Uzunluk ölçümü yapılırken yapıyı en iyi temsil eden yerinden bir tüp seçilmiş ve bu tüpün izlediği yol takip edilerek iğne yardımı ile saç örgü iplik uzunluğu belirlenmiştir. Daha

sonra belirlenen mesafe cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Ölçüm yapının üç durumu içinde yapılmıştır (normal – maksimum – minimum). Şekil 2.81 ve Şekil 2.82’ de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü ve çözgü uzantılı saç örgülü önşekiller için yüzey ark uzunluk ölçümünün ve saç örgü iplik uzunluğunun yapı üzerinde gösterimi yer almaktadır. Şekil 2.83 ve Şekil 2.84’ de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü ve çözgü uzantılı saç örgülü önşekiller için yüzey ark uzunluk ölçümünün ve saç örgü iplik uzunluğunun yapı üzerinde gösterimi yer almaktadır. Şekil 2.85’ de ise saç örgü iplik uzunluğunun şematik olarak gösterimi yer almaktadır.

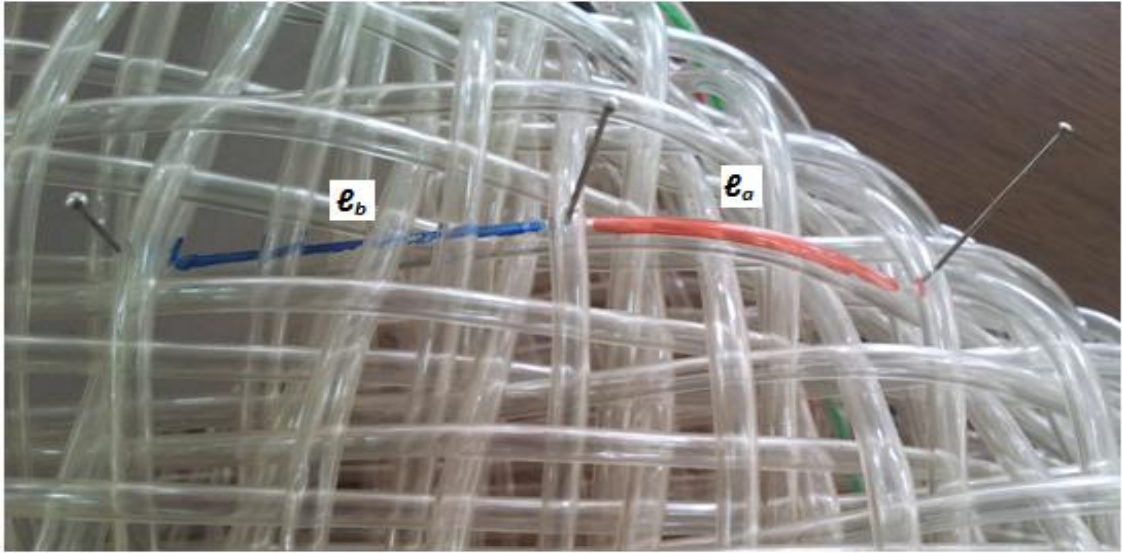


Şekil 2.80. İplik yüzey uzunluğunun (ℓ) yapı üzerinde gösterimi.

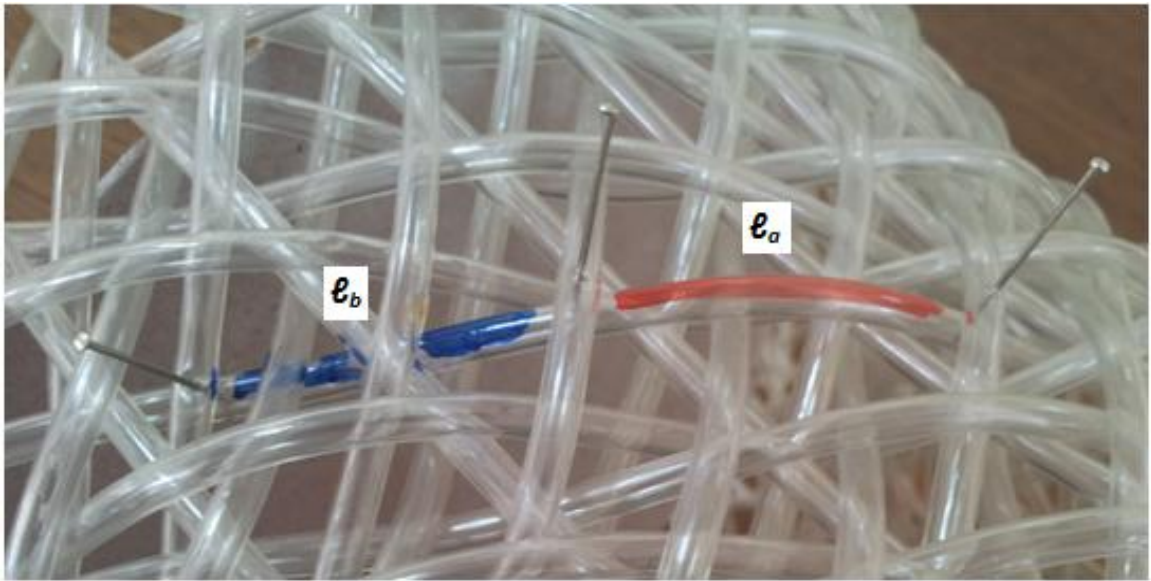
2.5.6.3. Yüzey Ark Ölçümü (ℓ_a)

Yüzey ark uzunluk ölçümü 1x1 olan önşekillerin hepsi için yapılmıştır. Yüzey ark uzunluk ölçümü yapılırken yapıyı en iyi temsil eden yerinden bir tüp seçilmiş ve bu tüpün izlediği yol takip edilerek iğne yardımı ile yüzey ark uzunluğu belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen mesafe cetvel yardımı ile ölçülmüştür. Ölçüm yapının üç durumu içinde yapılmıştır. Şekil 2.81 ve Şekil 2.82’ de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü ve çözgü uzantılı saç örgülü önşekiller için yüzey ark uzunluğunun ve saç örgü iplik uzunluğunun yapı üzerinde gösterimi yer almaktadır. Şekil 2.83 ve Şekil 2.84’ de

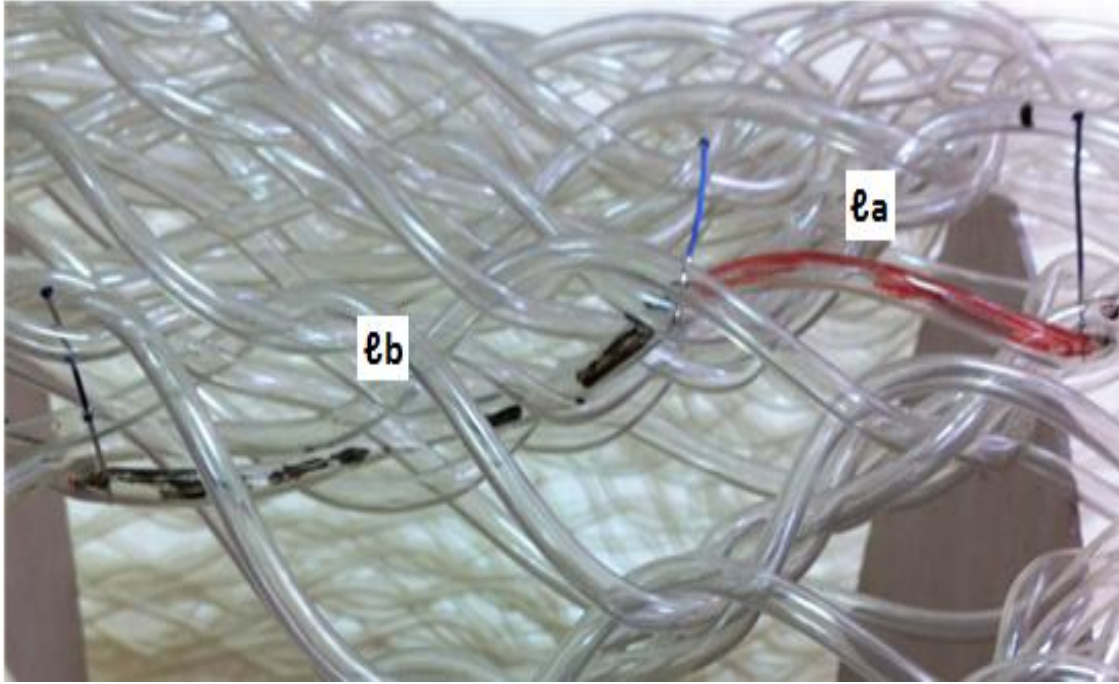
yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü ve çözgü uzantılı saç örgülü önşekiller için yüzey ark uzunluğunun ve saç örgü iplik uzunluğunun yapı üzerinde gösterimi yer almaktadır. Şekil 2.85’de ise yüzey ark uzunluk ölçümünün şematik olarak gösterimi yer almaktadır.



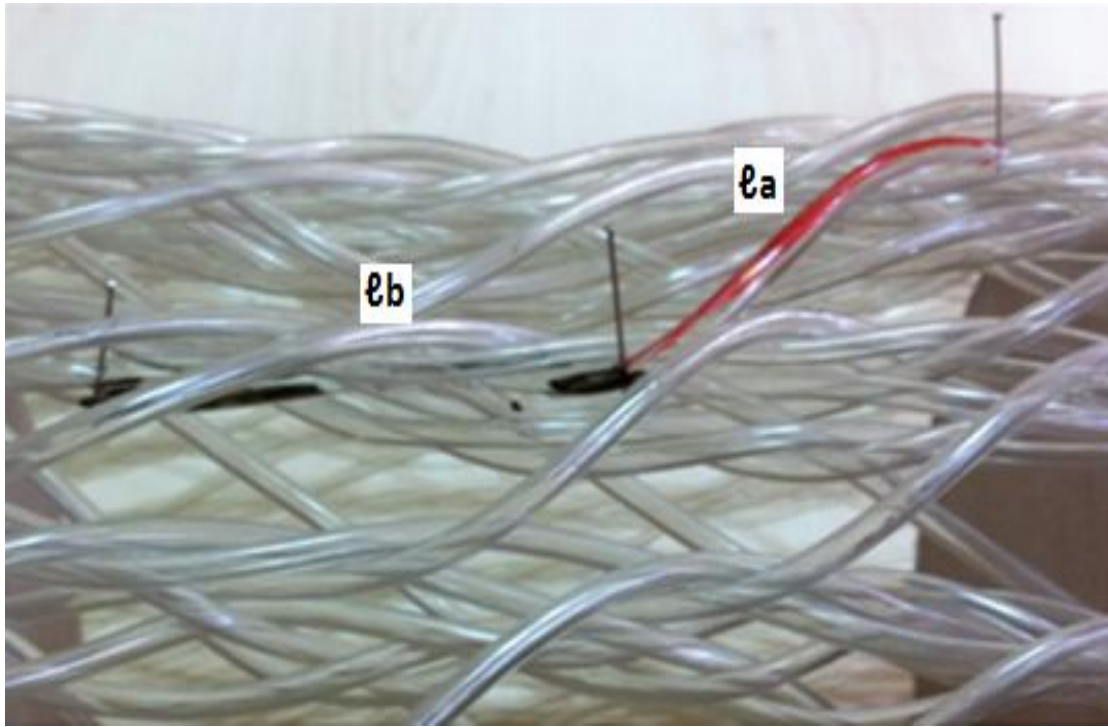
Şekil 2.81. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde yüzey ark (l_a) ve saç örgü iplik uzunluğu (l_b) ölçümlerinin yapı üzerinde gösterimi.



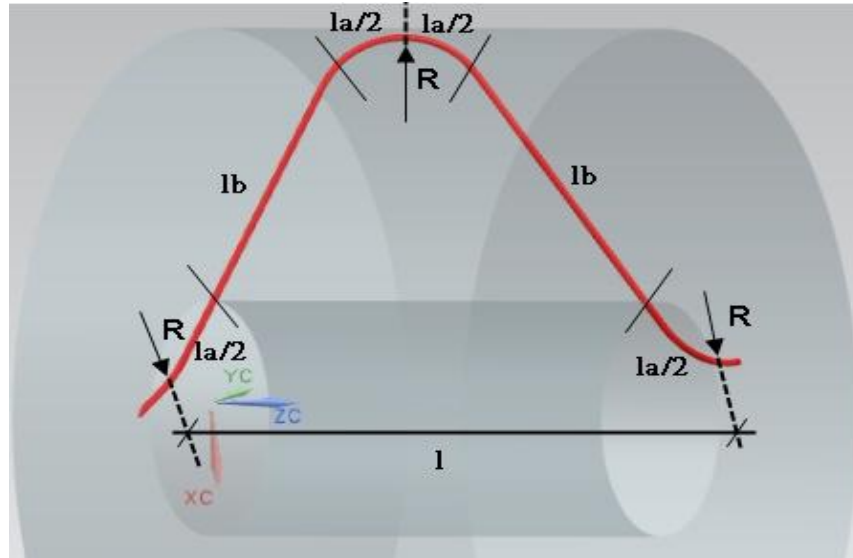
Şekil 2.82. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde yüzey ark (l_a) ve saç örgü iplik uzunluğu (l_b) ölçümlerinin yapı üzerinde gösterimi.



Şekil 2.83. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde yüzey ark (l_a) ve saç örgü iplik uzunluğu (l_b) ölçümlerinin yapı üzerinde gösterimi.



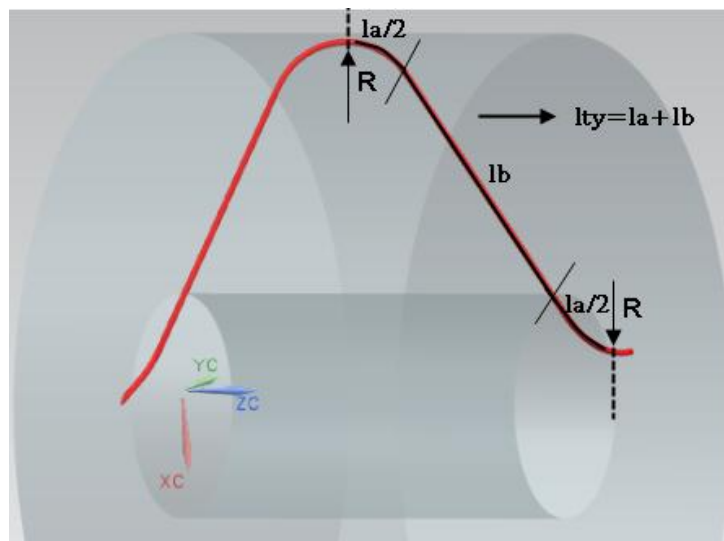
Şekil 2.84. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde yüzey ark (l_a) ve saç örgü iplik uzunluğu (l_b) ölçümlerinin yapı üzerinde gösterimi.



Şekil 2.85. Üç boyutlu dairesel saç örgülü ve üç boyutlu dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde yüzey ark (l_a), saç örgü iplik uzunluğu (l_b) ve iplik yüzey uzunluğu (l) ölçümlerinin şematik olarak gösterimi.

2.5.6.4. Toplam İplik Uzunluk Ölçümü [$l_{ty}=l_a+l_b$]

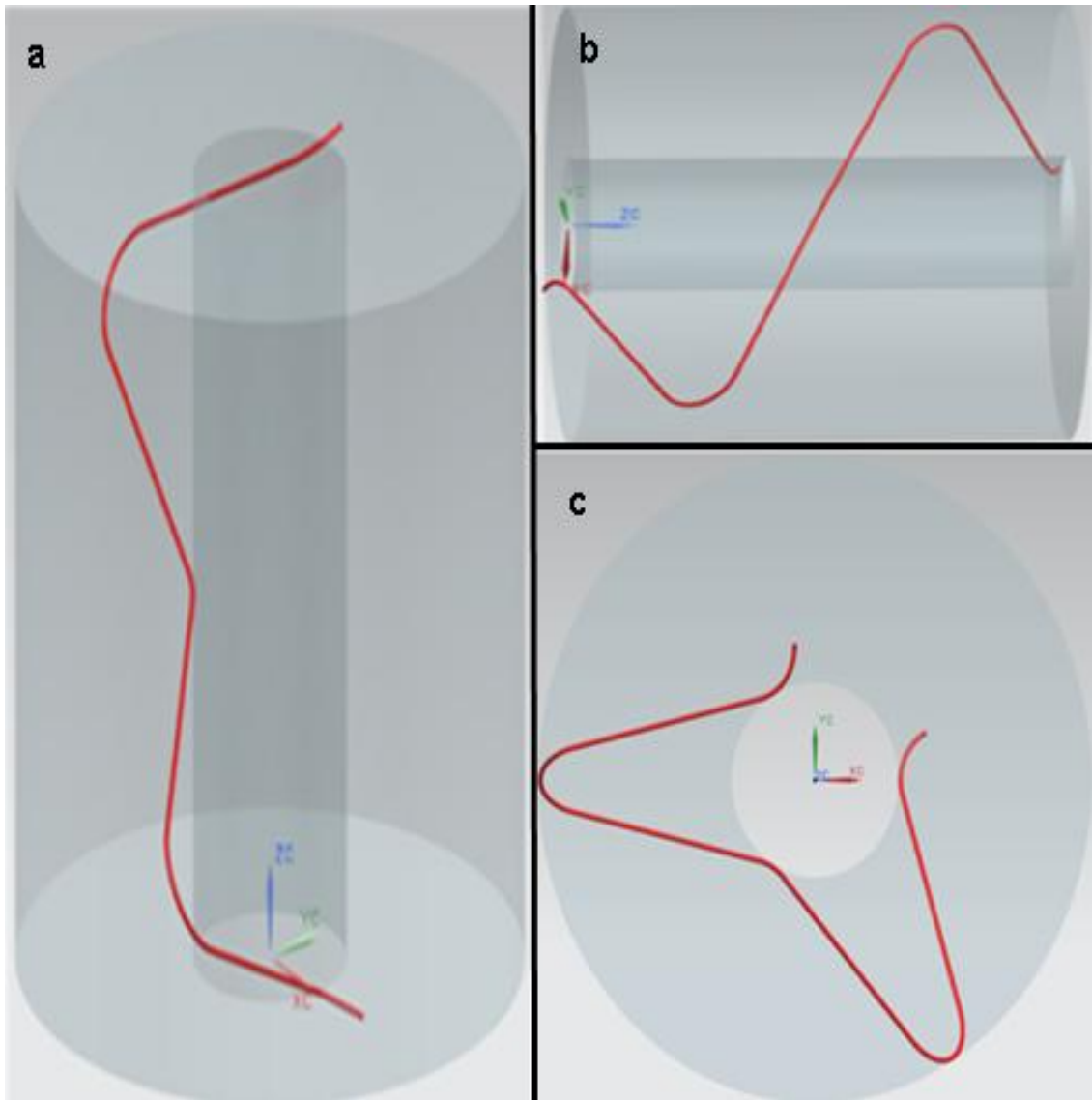
Toplam iplik uzunluğu, yüzey ark uzunluğu (l_a) ile saç örgü iplik uzunluğunun (l_b) toplamına eşittir (Şekil 2.86) ve bu iki uzunluğun toplanması ile bulunmuştur.



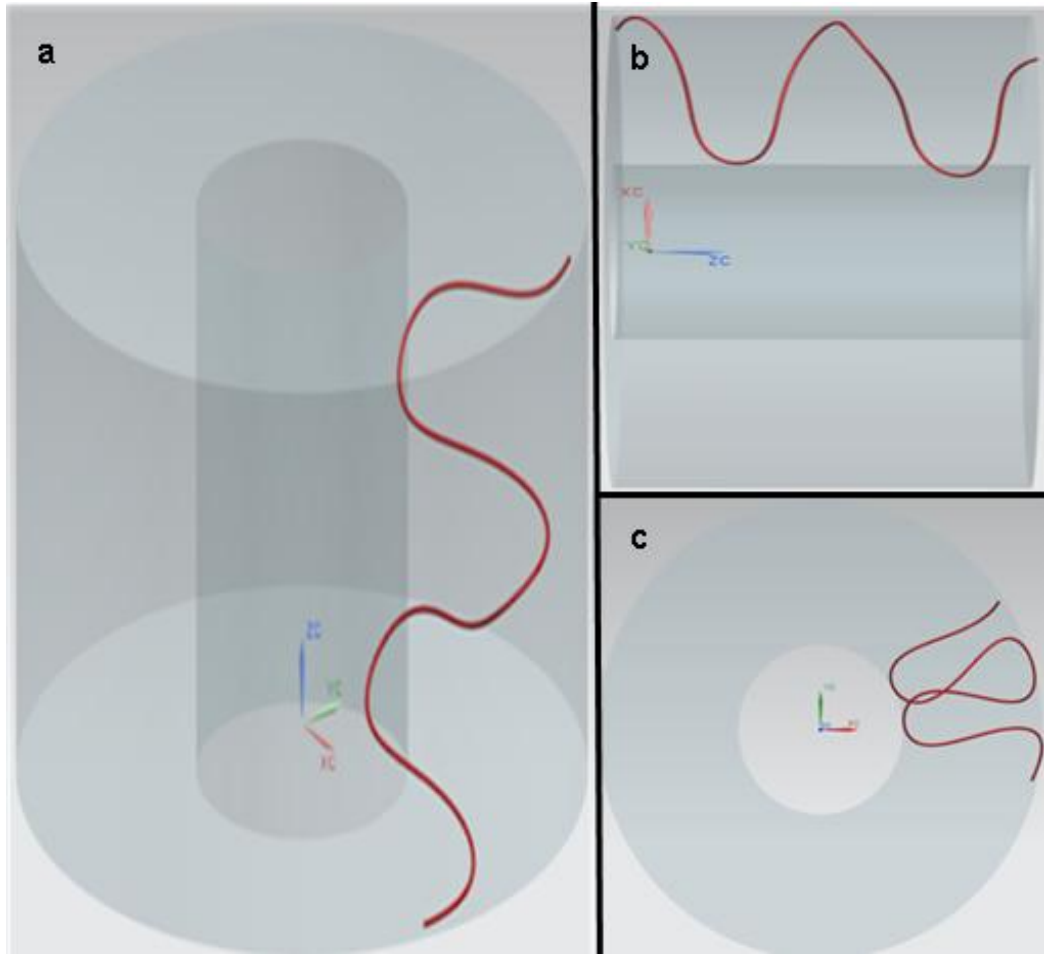
Şekil 2.86. Toplam uzunluğunun [$l_{ty}=(l_a+l_b)$] şematik olarak gösterimi.

2.5.7. Temsili İplik Yörüngeleri

Oluşturulan önşekillerin iplik yörüngeleri UNIGRAPHICS NX8 programında çizilmiştir. Şekil 2.87. 'de geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü 1x1 ve geleneksel üç boyutlu dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin iplik yörüngesi gösterimi yer almaktadır. Şekil 2.88. 'de ise yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 1x1 ve yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin iplik yörüngesi gösterimi yer almaktadır.



Şekil 2.87. Geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü ve çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekiller için iplik yörüngesinin a) yapı içerisinde b) yüzey c) kesit görüntüleri bilgisayar çizimleri.



Şekil 2.88. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü ve çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekiller için iplik yörüngesinin a) yapı içerisinde b) yüzey c) kesit görüntüleri bilgisayar çizimleri.

2.5.8. Poisson Oranının Ölçülmesi

Poisson oranı, belli bir doğrultudaki bir kuvvet tarafından gerilen elastik bir cisimde bu doğrultuya dik bütün doğrultularda oluşan daralmanın kuvvet yönündeki uzamaya oranıdır (Şekil 2.89 ve Şekil 2.90). Poisson oranı ölçümü, 1x1 olan önşekillerin hepsi için hesaplanmıştır. İzotrop ve homojen malzemeler için genel Poisson formülü aşağıdaki şekildedir.

$$\nu = -\frac{\Delta W}{\Delta L} \quad (3)$$

Burada;

$L_{a\ell}$ = Önşekillerin açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluğu

$L_{b\ell}$ = Önşekillerin normal koşul altındaki uzunluğu

$\Delta a\ell$ = Önşekillerin açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki çapı

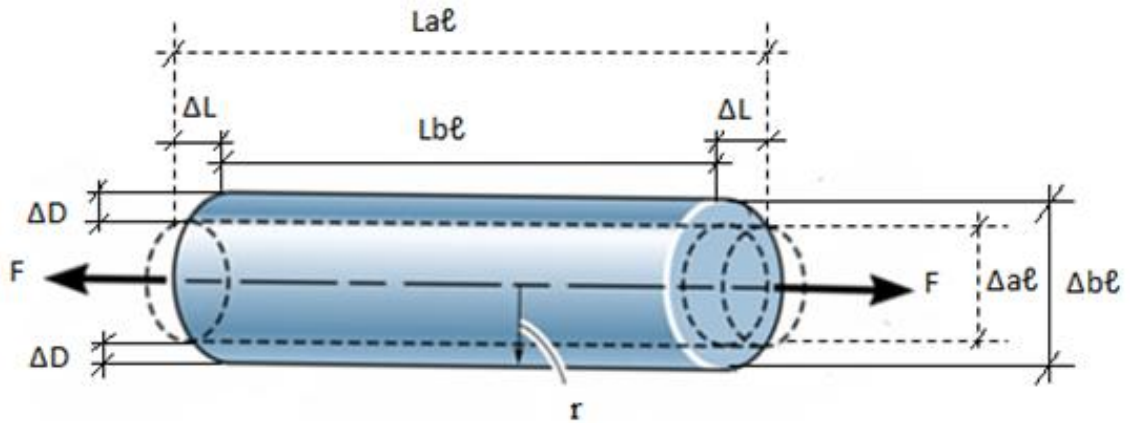
$\Delta b\ell$ = Önşekillerin normal şart altındaki çapı

ΔL = Önşekillerin uzunluğundaki değişim

ΔD = Önşekillerin çapındaki değişim

F = Önşekillere uygulanan kuvveti ifade etmektedir.

Yük uygulaması yapı uzunluğu boyunca olduğu zaman;



Şekil 2.89. Yük uygulaması yapı uzunluğu boyunca olduğundaki Poisson oranının gösterimi.

$$v = -\Delta D / \Delta L \quad (4)$$

$$2\Delta D = \Delta b\ell - \Delta a\ell \quad (5)$$

$$\Delta D = (\Delta b\ell - \Delta a\ell) / 2 \quad (6)$$

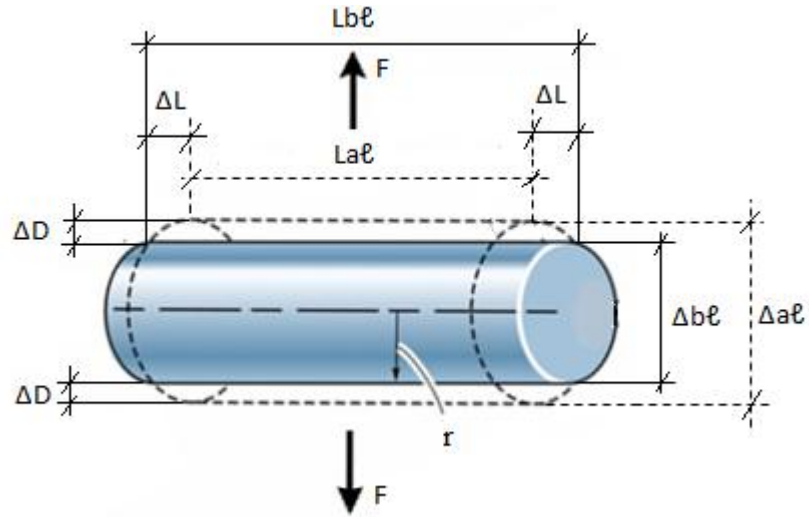
$$2\Delta L = L_{b\ell} - L_{a\ell} \quad (7)$$

$$\Delta L = (L_{b\ell} - L_{a\ell}) / 2 \quad (8)$$

$$v = ((\Delta b\ell - \Delta a\ell) / 2) / ((L_{b\ell} - L_{a\ell}) / 2) \quad (9)$$

$$v = (\Delta b\ell - \Delta a\ell) / (L_{b\ell} - L_{a\ell}) \quad (10)$$

Yük uygulaması yapı eni boyunca olduğu zaman;



Şekil 2.90. Yük uygulaması yapı eni boyunca olduğundaki Poisson oranının gösterimi.

$$v = -\Delta D / \Delta L \quad (11)$$

$$2\Delta D = \Delta bl - \Delta al \quad (12)$$

$$\Delta D = (\Delta bl - \Delta al) / 2 \quad (13)$$

$$2\Delta L = Lbl - Lal \quad (14)$$

$$\Delta L = (Lbl - Lal) / 2 \quad (15)$$

$$v = ((\Delta bl - \Delta al) / 2) / ((Lbl - Lal) / 2) \quad (16)$$

$$v = (\Delta bl - \Delta al) / (Lbl - Lal) \quad (17)$$

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Önşekillerin Yapı, Birim Hücre ve Açık İle İlgili Ölçüm Verileri

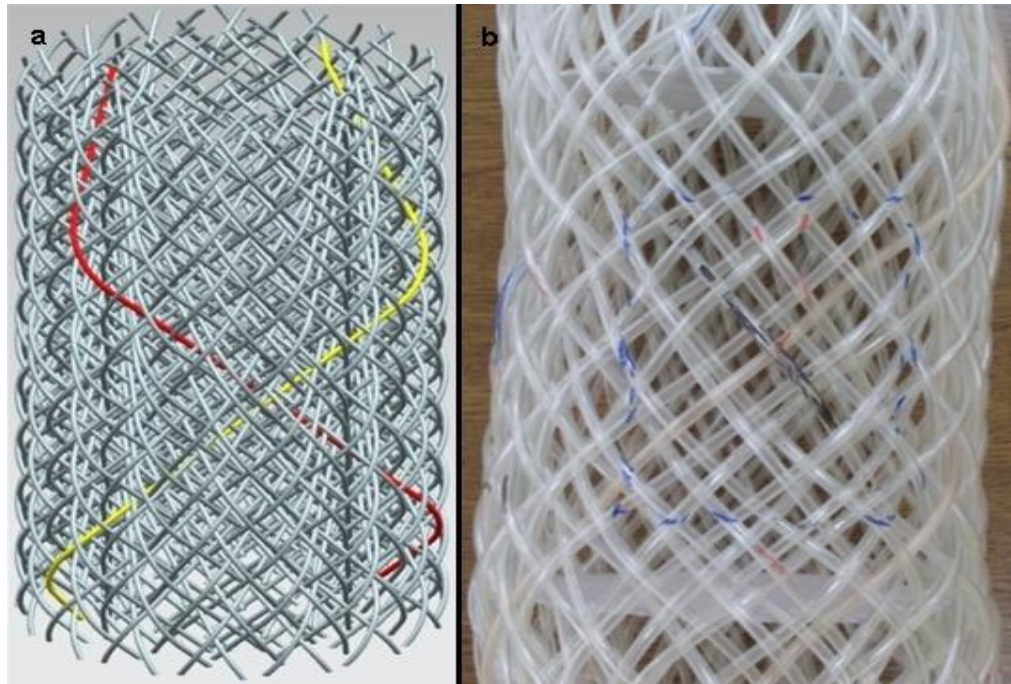
3.1.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler

Bu çalışmada geleneksel üç boyutlu dairesele saç örgülü önşekillerde, geliştirilen aparat üzerinde toplam olarak 13 adet yapı üretilmiştir. Üretilen her bir yapının bilgisayar çizimlerinde UNIGRAPHICS NX8 programı kullanılmıştır. Genel olarak geleneksel üç boyutlu (3D) dairesele saç örgülü önşekillerde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi $+θ$ yönünden $-θ$ yönüne doğru hareket ederken diğere iplik seti ise, $-θ$ yönünden $+θ$ yönüne doğru hareket etmektedir.

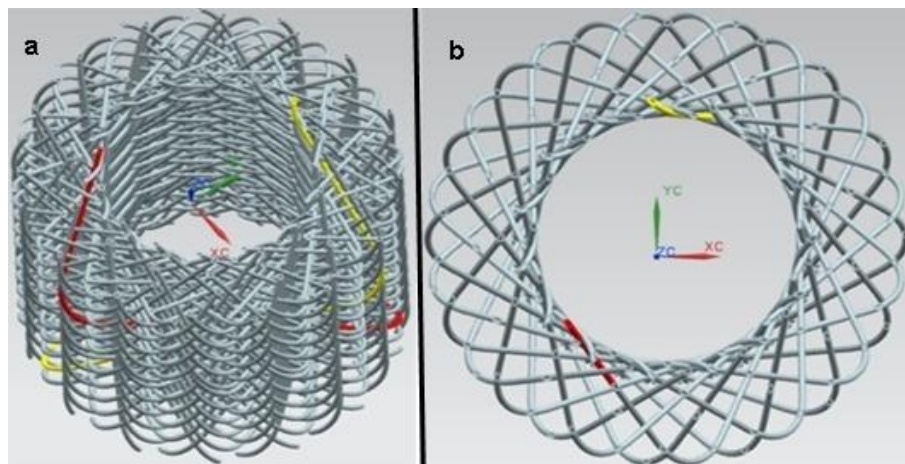
3.1.1.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.1'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.2'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.1'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.2'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.3'de verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesele saç örgülü 2Kat(3Kat) 1x1 önşekilde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi $+θ$

yönünden $-\theta$ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, $-\theta$ yönünden $+\theta$ yönüne doğru hareket etmektedir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) 1x1 öñşekilde, maksimum koşulda boyda azalma meydana gelirken çapta artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.1. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.2. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat(3kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.1. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	4	30	3	26.0	16.3	14.88	4
Minimum	4	30	3	32.0	8.5	16.97	6
Maksimum	4	30	3	23.2	20.0	15.52	4

Tablo 3.2. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği	
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)	
Normal Şart	4	30	3	10.5	14.88	10.2	
Minimum	4	30	3	14.0	16.97	5.5	
Maksimum	4	30	3	9.0	15.52	11.5	

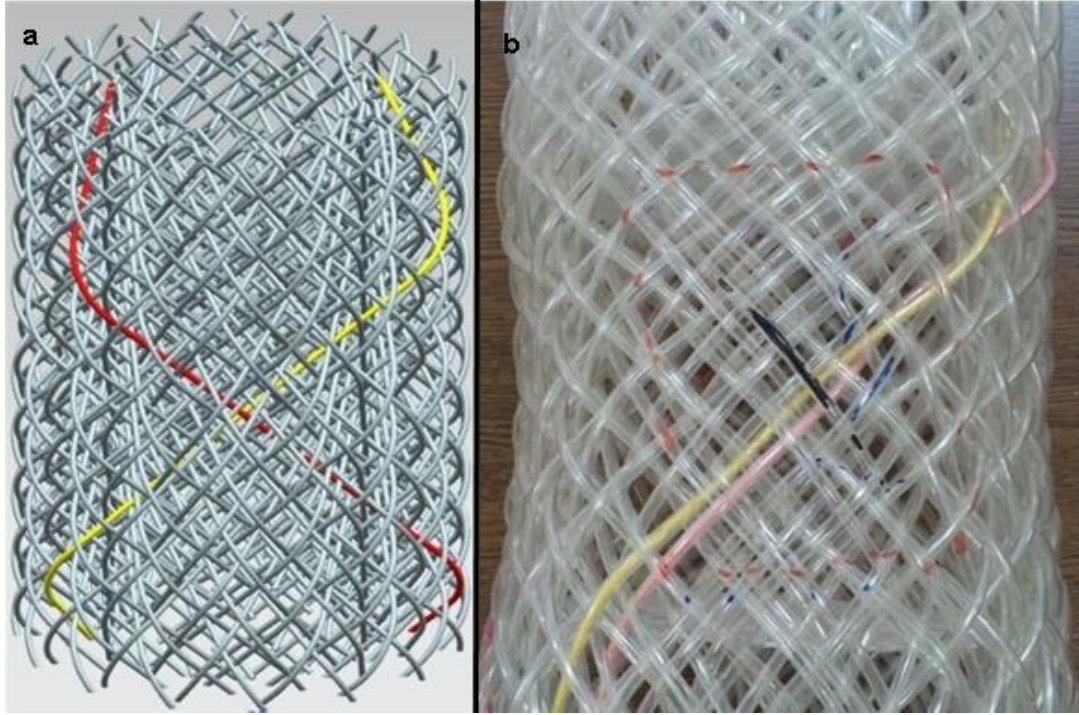
Tablo 3.3. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.

Yapı	Açı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	4×30	45	45	15	15	45
Minimum	4×30	23	23	16	16	67
Maksimum	4×30	50	50	15	15	40

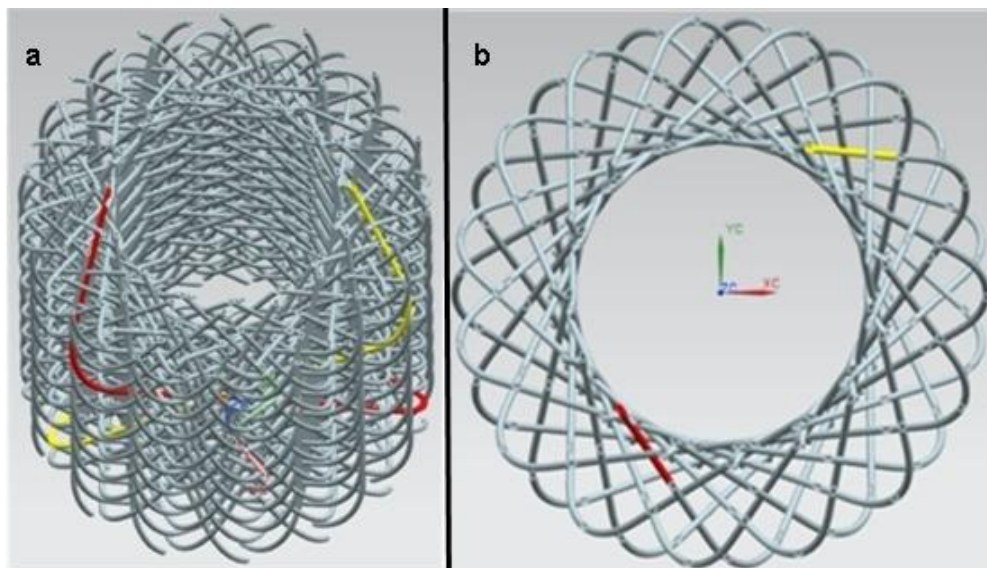
3.1.1.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.3'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.4'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.4'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.5'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.6'da verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 3Kat(4Kat) 1x1 önşekilde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi + θ yönünden - θ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, - θ yönünden + θ yönüne doğru hareket etmektedir. 3Kat(4Kat) 1x1 önşekilde, maksimum koşulda boyda azalma

meydana gelirken çapta artış olduğu, minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.3. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.4. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat(4kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.4. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	5	30	4	26.0	18.0	20.11	4
Minimum	5	30	4	31.0	9.0	22.14	5
Maksimum	5	30	4	20.0	22.7	17.94	3

Tablo 3.5. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	5	30	4	11.5	20.11	9.0
Minimum	5	30	4	15.2	22.14	6.0
Maksimum	5	30	4	8.8	17.94	11.5

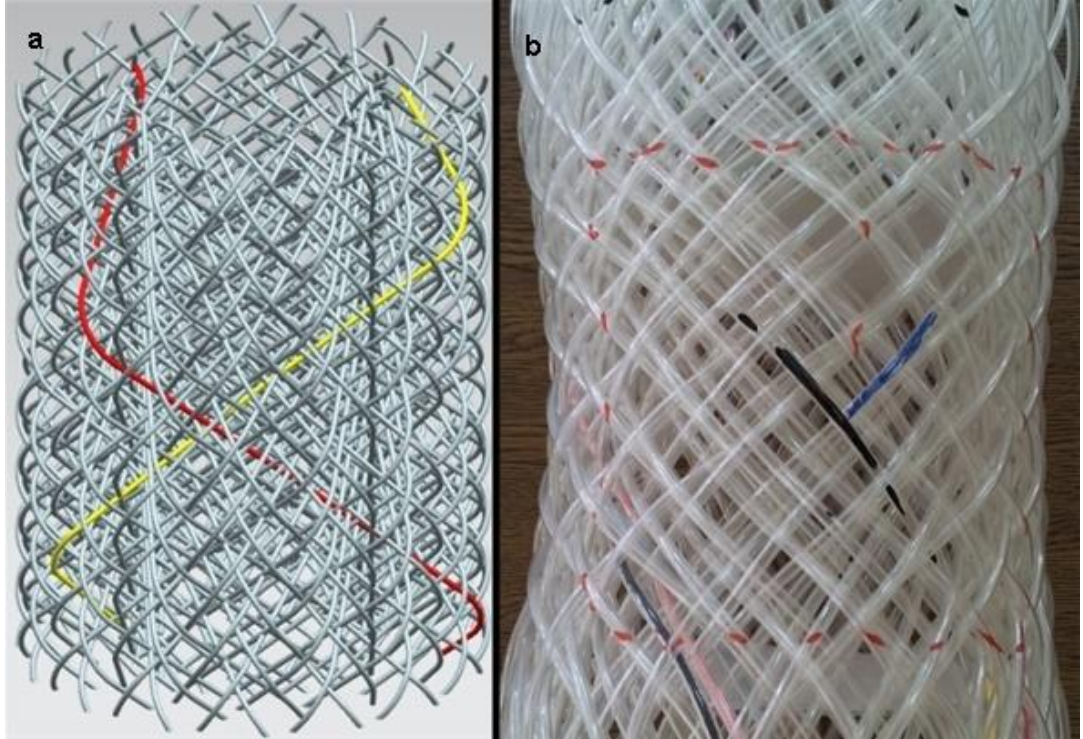
Tablo 3.6. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.

Yapı	Açı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	5×30	41	41	18	18	49
Minimum	5×30	20	20	21	21	70
Maksimum	5×30	51	51	15	15	39

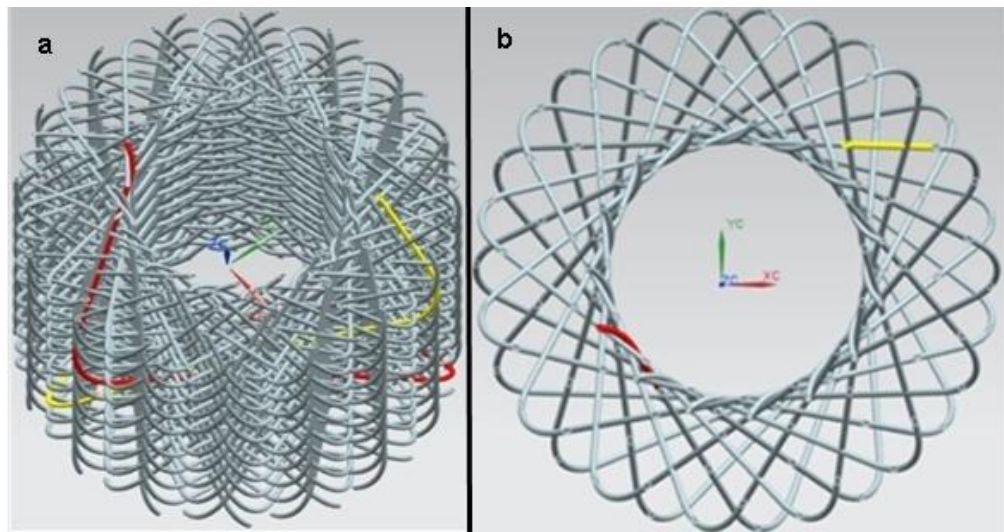
3.1.1.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.5'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.6'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.7'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.8'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.9'da verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 4Kat(5Kat) 1x1 önşekilde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi + θ yönünden - θ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, - θ yönünden + θ yönüne doğru hareket etmektedir. 4Kat(5Kat) 1x1 önşekilde, maksimum koşulda boyda azalma

meydana gelirken çapta artış olduğu, minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.5. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.6. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat(5kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.7. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	6	30	5	26.0	19.0	26.80	3
Minimum	6	30	5	32.0	12.8	28.78	4
Maksimum	6	30	5	23.0	23.0	20.80	3

Tablo 3.8. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	6	30	5	14.0	26.80	17.5
Minimum	6	30	5	20.0	28.78	12.0
Maksimum	6	30	5	11.0	20.80	19.0

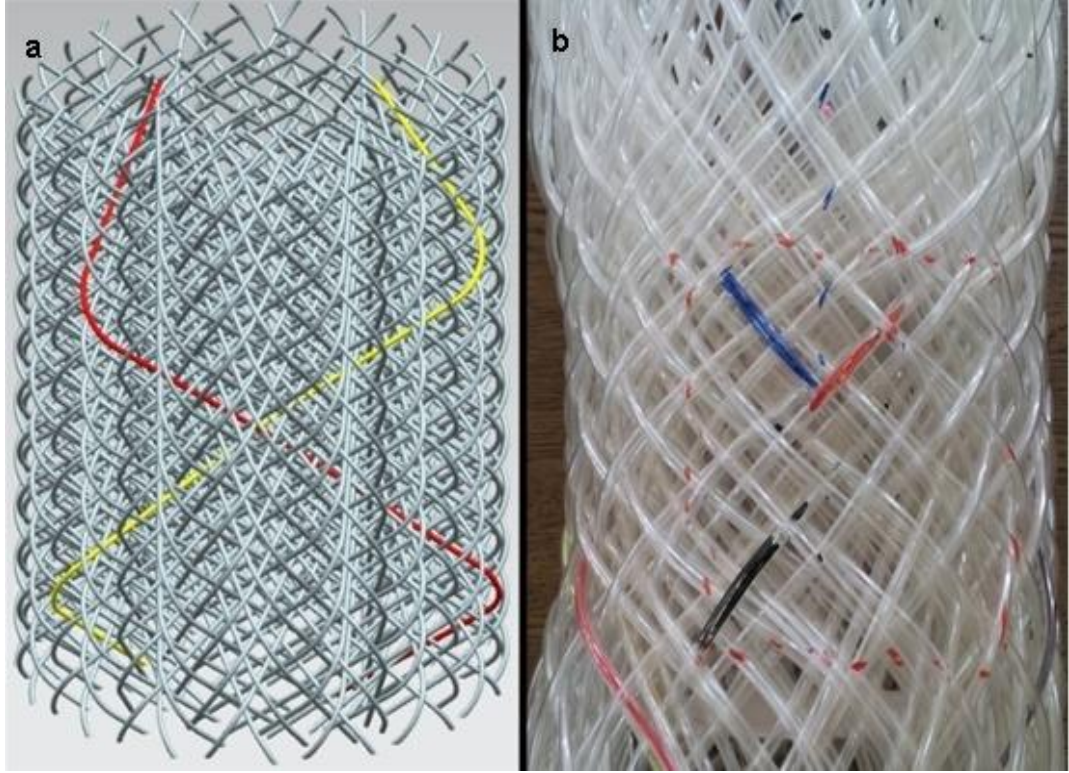
Tablo 3.9. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

Yapı	Açılı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açılısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	6×30	41	41	23	23	49
Minimum	6×30	28	28	30	30	62
Maksimum	6×30	55	55	22	22	35

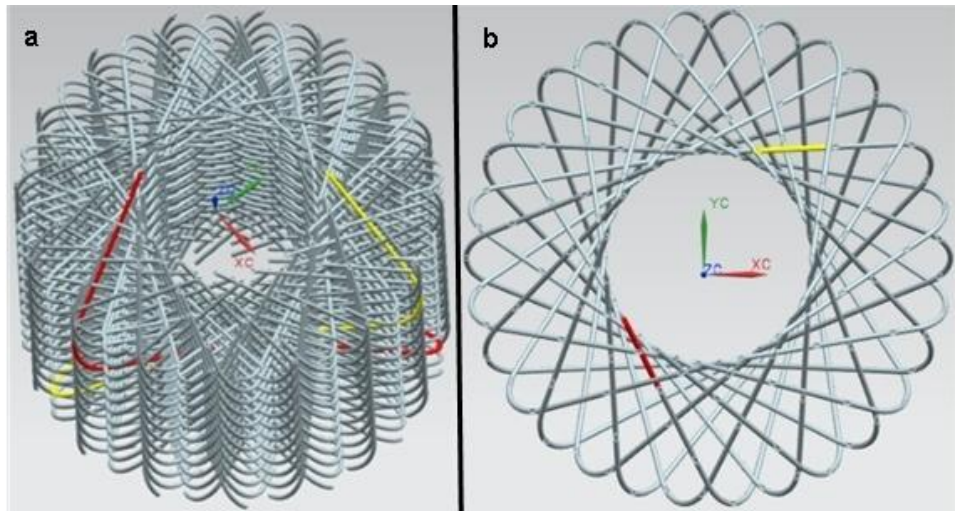
3.1.1.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.7'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.8'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.10'da, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.11'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.12'de verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) 1x1 önşekilde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi + θ yönünden - θ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, - θ yönünden + θ yönüne doğru hareket etmektedir. 5Kat(6Kat) 1x1 önşekilde, maksimum koşulda boyda azalma

meydana gelirken çapta artış olduğu, minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.7. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.8. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat(6kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.10. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	7	30	6	26.0	17.8	28.63	3
Minimum	7	30	6	30.0	12.8	30.71	4
Maksimum	7	30	6	20.0	21.1	29.60	3

Tablo 3.11. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	7	30	6	16.4	28.63	17.6
Minimum	7	30	6	22.0	30.71	12.0
Maksimum	7	30	6	13.4	29.60	19.0

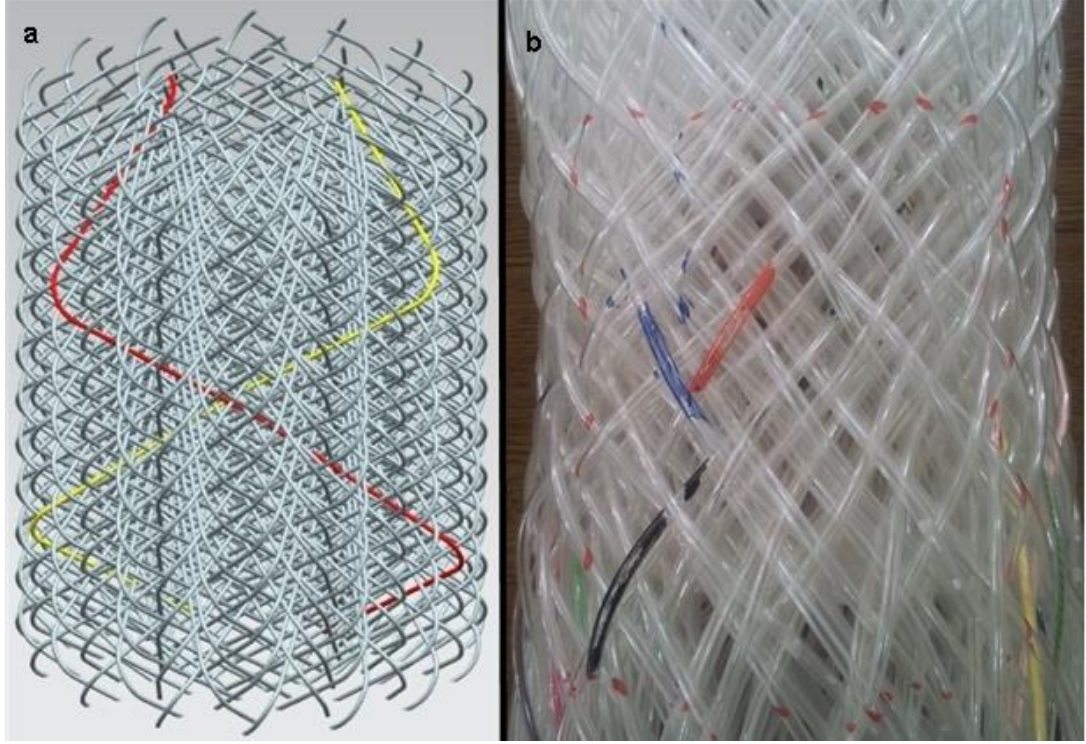
Tablo 3.12. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.

Yapı	C×R	Açı İle İlgili Parametreler				
		Yüzey Açısı + θ° - θ°		Düzlem Dışı Açı + θb° - θb°		Helis Açısı θh°
Normal Şart	7×30	45	45	26	26	45
Minimum	7×30	30	30	32	32	60
Maksimum	7×30	60	60	25	25	30

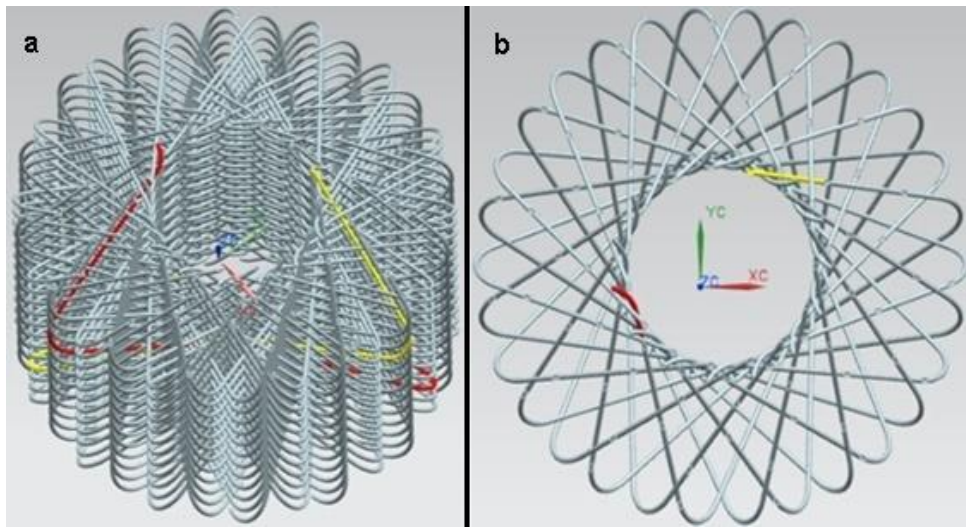
3.1.1.5. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [6Kat (7Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.9'da, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.10'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.13'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.14'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.15'de verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 6Kat(7Kat) 1x1 önşekilde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi + θ yönünden - θ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, - θ yönünden + θ yönüne doğru hareket etmektedir. 6Kat(7Kat) 1x1 önşekilde, maksimum koşulda boyda azalma

meydana gelirken çapta artış olduğu, minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.9. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.10. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat(7kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.13. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	8	30	7	26.0	19.4	31.90	3
Minimum	8	30	7	30.0	14.5	41.50	4
Maksimum	8	30	7	21.0	22.8	34.77	3

Tablo 3.14. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	8	30	7	24.0	31.90	24.0
Minimum	8	30	7	31.0	41.50	15.0
Maksimum	8	30	7	19.0	34.77	27.0

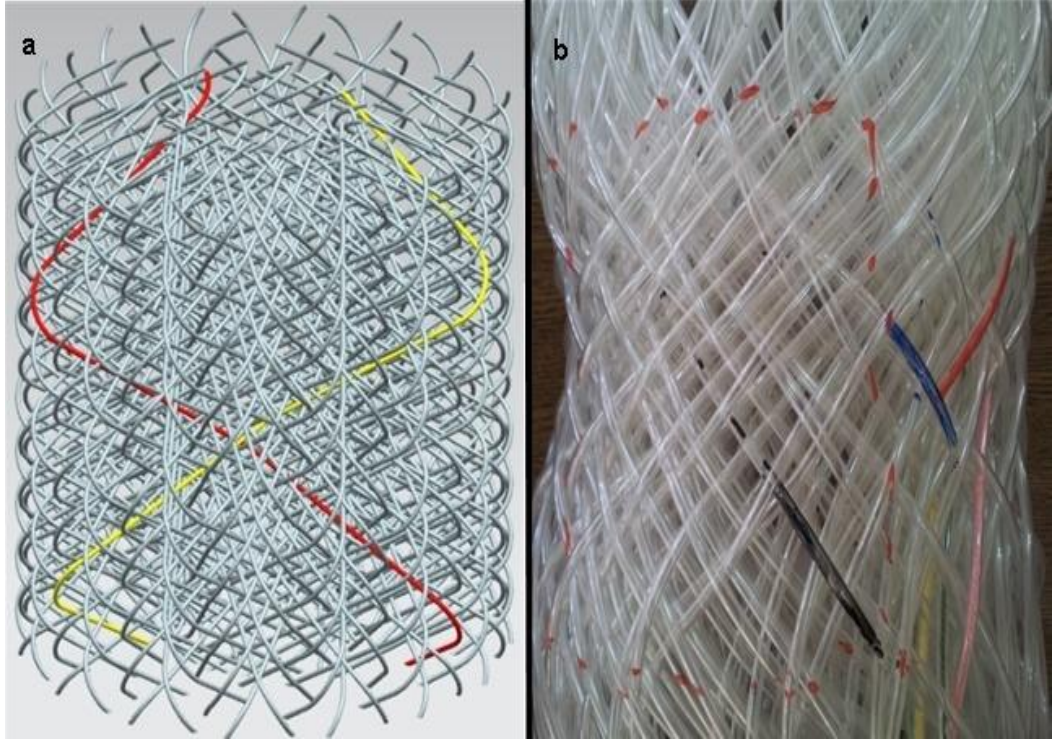
Tablo 3.15. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.

Yapı	Açı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	8×30	41	41	30	30	49
Minimum	8×30	25	25	33	33	65
Maksimum	8×30	50	50	27	27	40

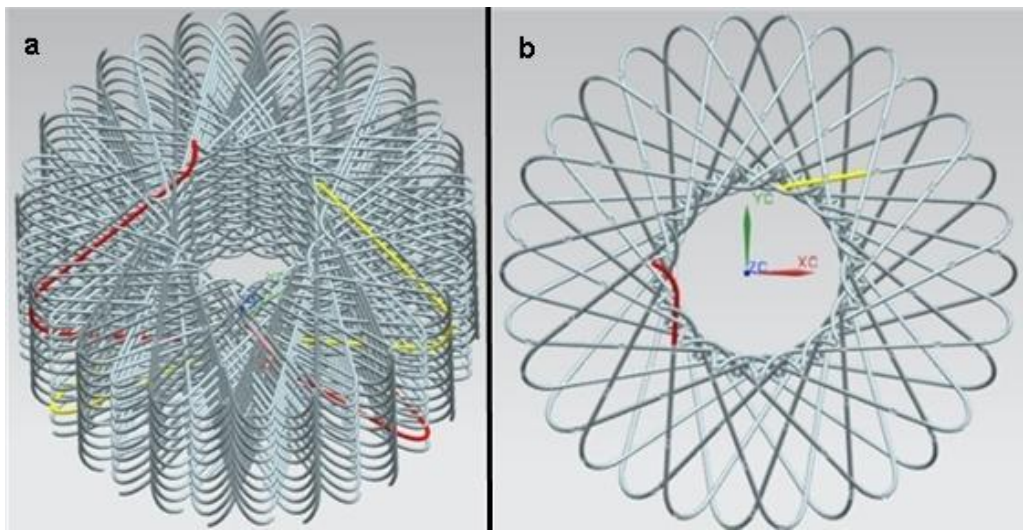
3.1.1.6. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.11'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.12'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.16'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.17'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.18'de verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 7Kat(8Kat) 1x1 önşekilde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi + θ yönünden - θ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, - θ yönünden + θ yönüne doğru hareket etmektedir. 7Kat(8Kat) 1x1 önşekilde, maksimum koşulda boyda azalma

meydana gelirken çapta artış olduğu, minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.11. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.12. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat(8kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.16. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	9	30	8	26.0	20.1	41.80	3
Minimum	9	30	8	29.0	14.5	42.06	4
Maksimum	9	30	8	21.5	23.2	36.54	3

Tablo 3.17. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği	
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)	
Normal Şart	9	30	8	28.0	41.80	25.0	
Minimum	9	30	8	33.0	42.06	20.0	
Maksimum	9	30	8	23.0	36.54	30.0	

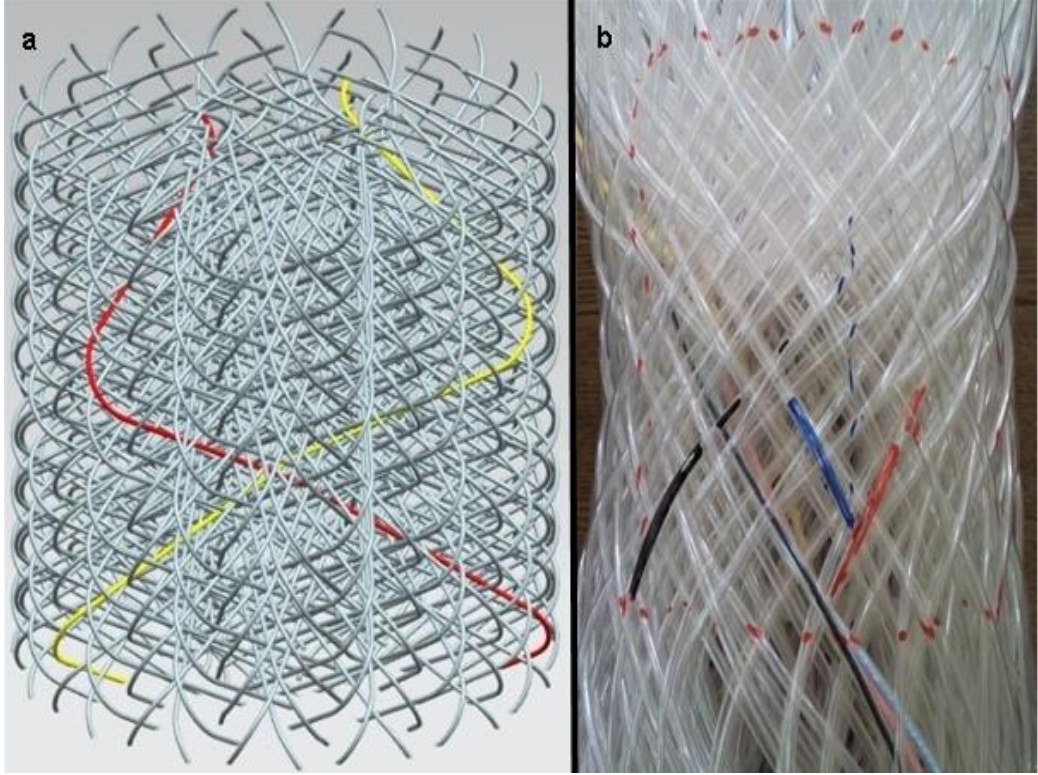
Tablo 3.18. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] önşekilin açđ ile ilgili verileri.

Yapı	Açđ İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açđ		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	9×30	43	43	29	29	47
Minimum	9×30	25	25	30	30	65
Maksimum	9×30	50	50	23	23	40

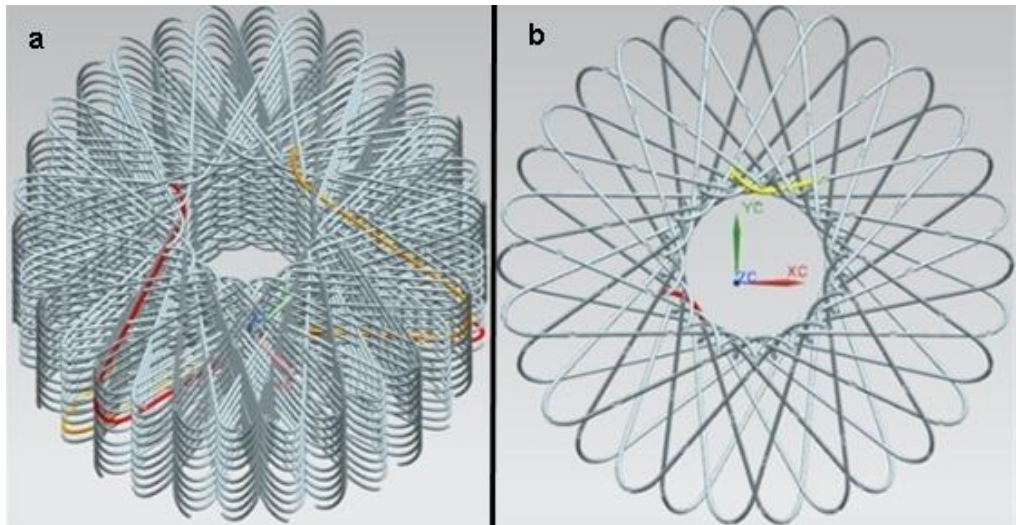
3.1.1.7. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.13'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.14'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.19'da, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.20'de ve açđ ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.21'de verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) 1x1 önşekilde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi + θ yönünden - θ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, - θ yönünden + θ yönüne doğru hareket etmektedir. 8Kat(9Kat) 1x1 önşekilde, maksimum koşulda boyda azalma

meydana gelirken çapta artış olduğu, minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.13. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.14. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat(9kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.19. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	10	30	9	26.0	21.0	43.83	3
Minimum	10	30	9	30.0	15.5	50.45	4
Maksimum	10	30	9	24.5	22.6	40.87	3

Tablo 3.20. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	10	30	9	30.0	43.83	38.0
Minimum	10	30	9	38.0	50.45	28.0
Maksimum	10	30	9	29.0	40.87	42.0

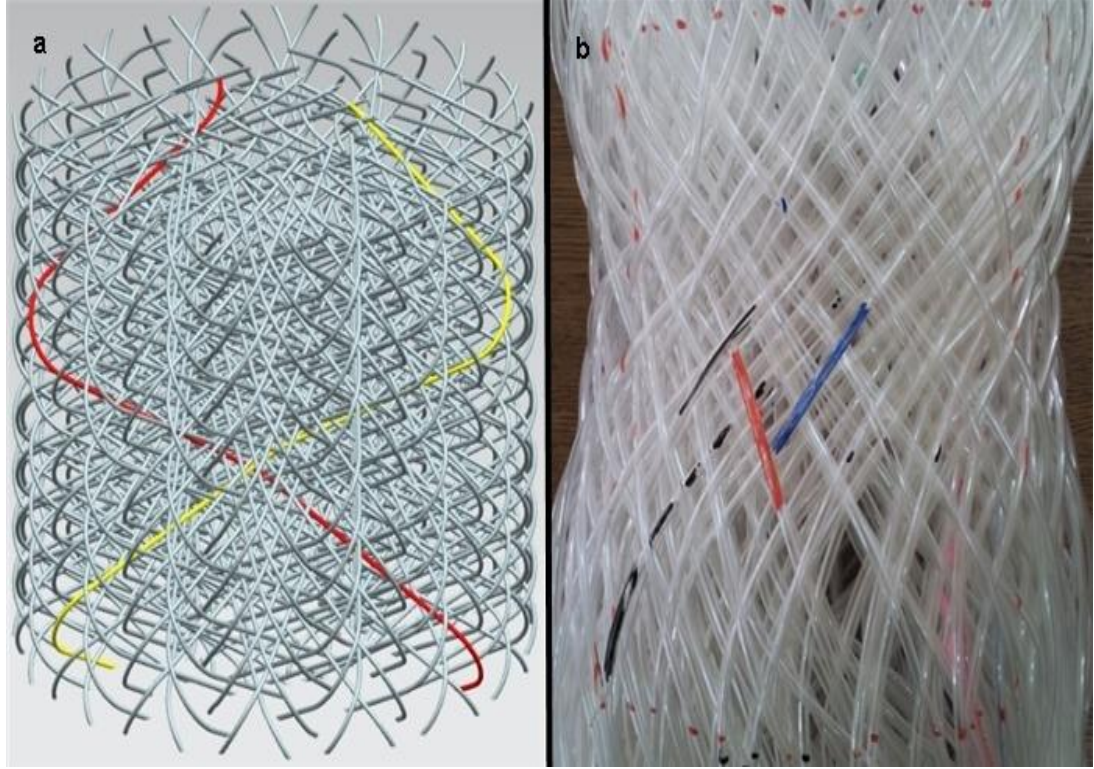
Tablo 3.21. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.

Yapı	Açı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	10×30	40	40	25	25	50
Minimum	10×30	30	30	25	25	60
Maksimum	10×30	45	45	20	20	45

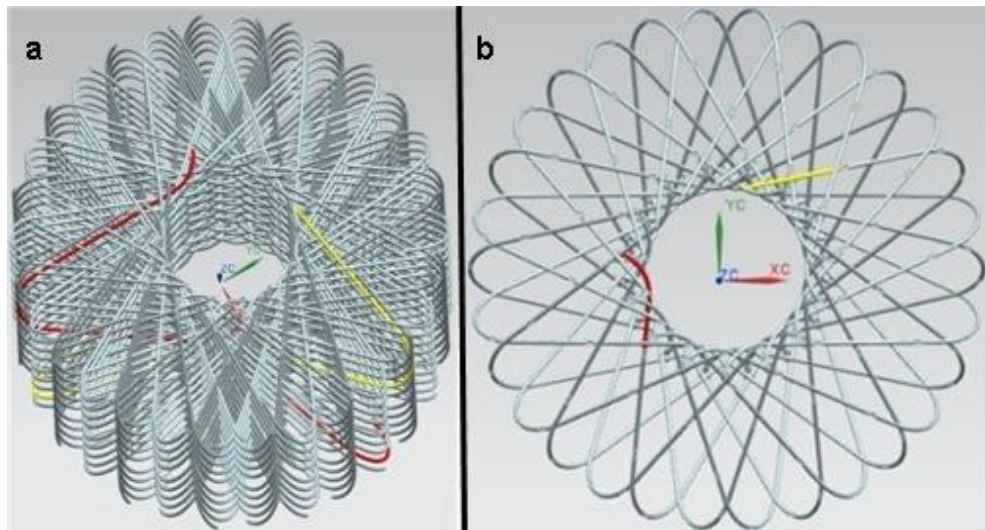
3.1.1.8. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.15'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.16'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.22'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.23'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.24'de verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 9Kat(10Kat) 1x1 önşekilde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi + θ yönünden - θ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, - θ yönünden + θ yönüne doğru hareket etmektedir. 9Kat(10Kat) 1x1 önşekilde, maksimum koşulda boyda azalma

meydana gelirken çapta artış olduğu, minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.15. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.16. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat(10kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.22. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	11	30	10	26.0	21.0	51.45	3
Minimum	11	30	10	29.0	15.5	53.41	4
Maksimum	11	30	10	24.0	22.0	48.70	2

Tablo 3.23. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	11	30	10	47.0	51.45	38.0
Minimum	11	30	10	52.0	53.41	28.0
Maksimum	11	30	10	36.0	48.70	46.0

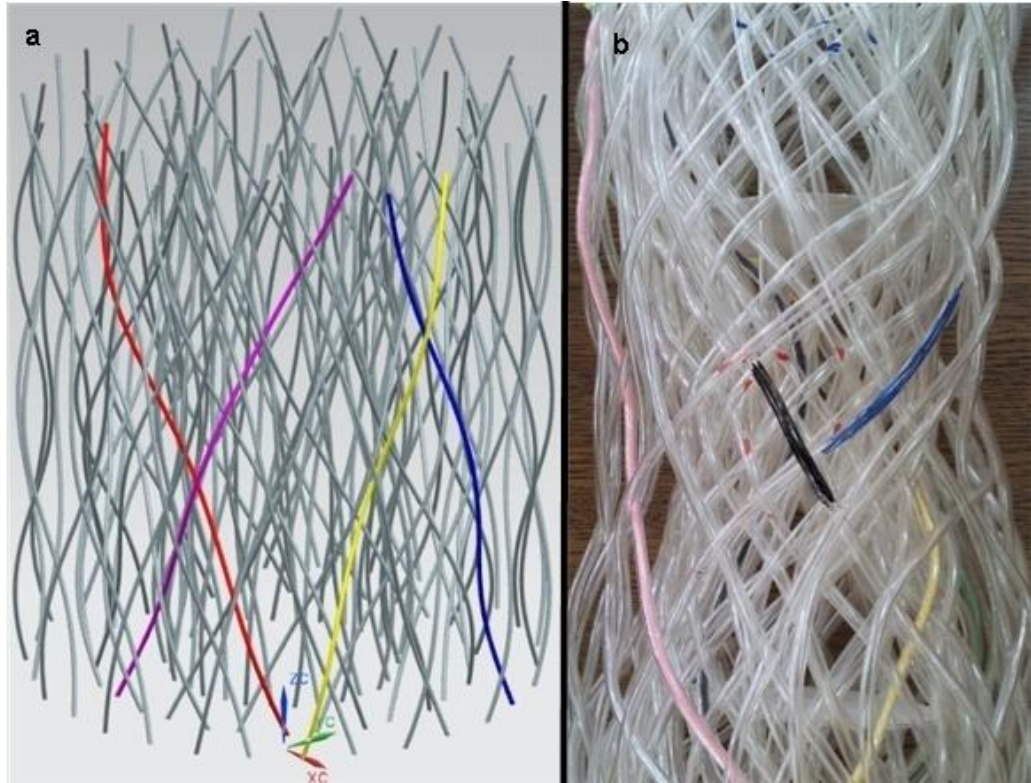
Tablo 3.24. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

Yapı	Açılı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açısı θ_h°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°	
Normal Şart	11×30	35	35	20	20	55
Minimum	11×30	20	20	20	20	70
Maksimum	11×30	40	40	20	20	50

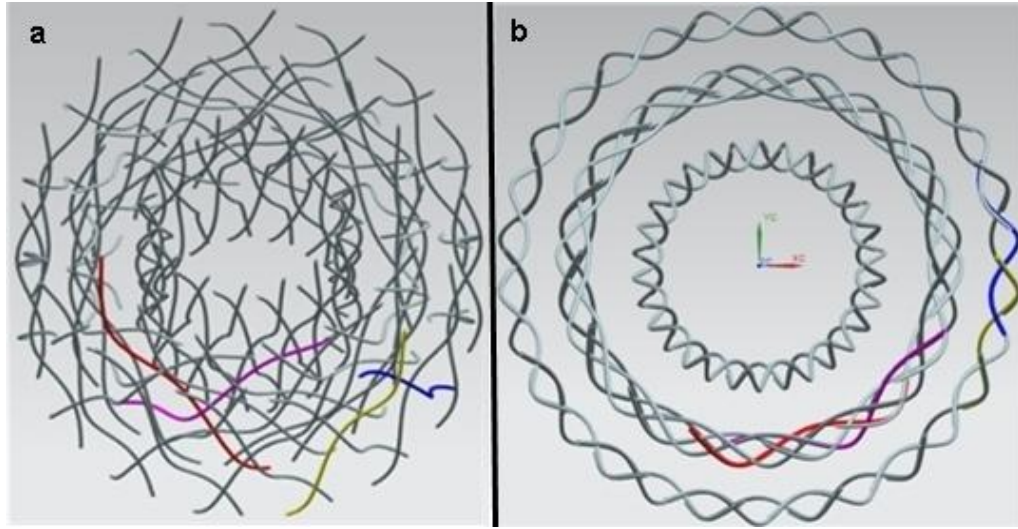
3.1.1.9. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 2x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.17'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.18'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.25'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.26'da ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.27'de verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) 2x1 önşekilde, üç adet birbirinden bağımsız katman oluşmuş ve her bir katman kendi içinde $\pm\theta$ açılısal yönünde saç örgü tipinde kesişmeler

(intertwining) yaparak yapıyı meydana getirmiştir. Her bir katman arasında kesişme olmadığı için, eş merkezli üç adet iç içe geçmiş silindirler (concentric cylinder) şeklinde yapı oluşmuştur. En dış katmanından en iç katmanına doğru, katmanların dış yüzeyinde bir basınç olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda ortaya çıkan yapının en iç çapı etkilenerek katmanları kilitlemiş (geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel 1x1 ve 3x1) yapıya kıyasla en iç çap değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) 2x1 yapıda, her bir katman saç örgü şeklinde elde edildikten sonra birbirleri içerisinde ayrılıp bağımsız tek katlı saç örgü yapısı gibi göz önüne alınabilir ve her katmanındaki saç örgü açısı (düzlem dışı açısı), iplik uzunlukları, sıklık değerlerinin birbirine eş değer olmayacağı söylenebilir. Ayrıca her katmanın açılma koşullarında (maksimum - minimum) birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her bir katmanın katlar kilitlemediği için diğer katman tarafından kısıtlanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en içteki katmanın açılma koşullarındaki boyutları, onun dışındaki katmanlar tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.17. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.18. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat(3kat) 2x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.25. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler							
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	4	30	3	26.0	11.4	31.56	3
Minimum	4	30	3	30.0	8.5	27.60	3
Maksimum	4	30	3	24.0	15.0	24.60	2

Tablo 3.26. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

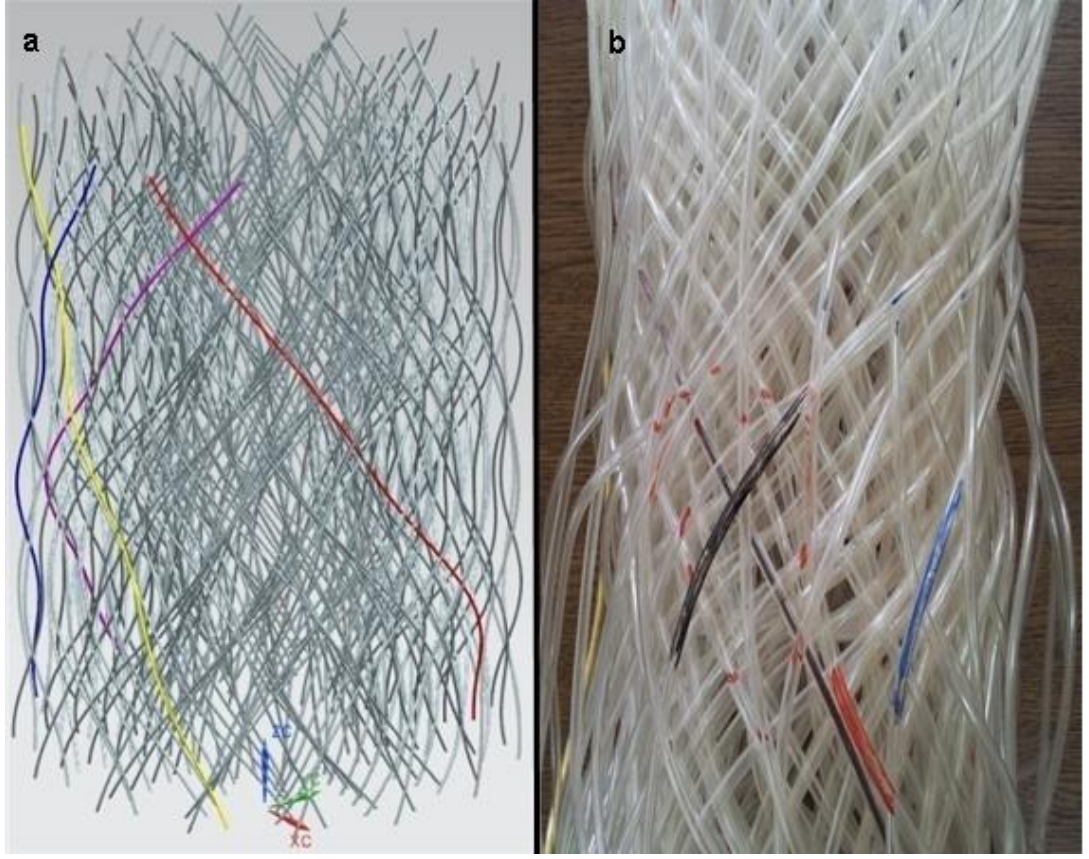
Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	4	30	3	5.0	31.56	3.0
Minimum	4	30	3	5.7	27.60	1.7
Maksimum	4	30	3	4.0	24.60	4.0

Tablo 3.27. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 2x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

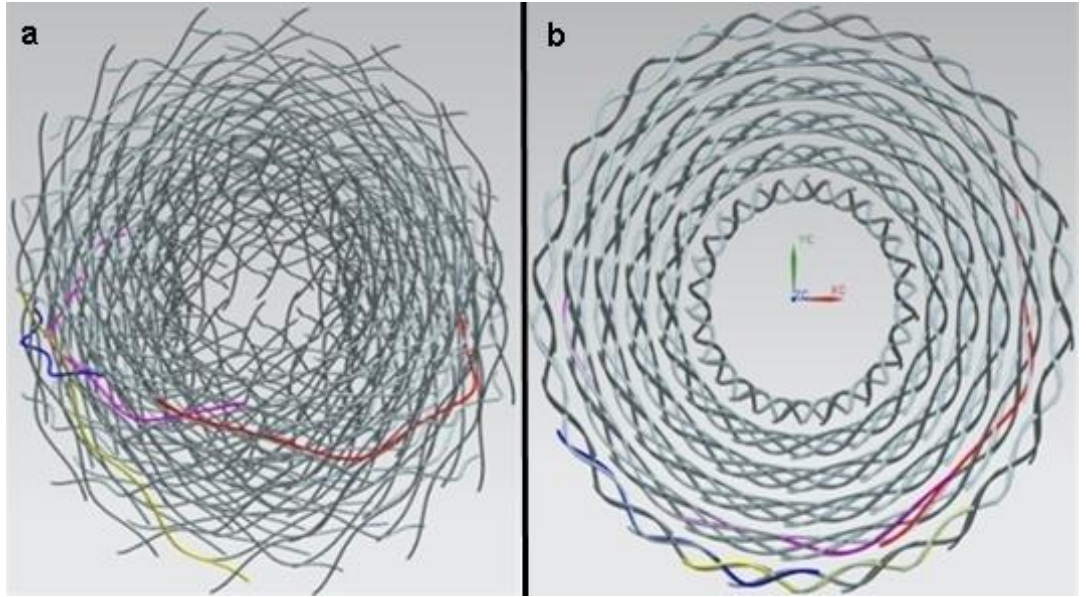
Yapı	C×R	Açılı İle İlgili Parametreler				
		Yüzey Açılısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılısı θ_h°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°	
Normal Şart	4×30	35	35	8	8	55
Minimum	4×30	20	20	9	9	70
Maksimum	4×30	45	45	7	7	45

3.1.1.10. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat) 2x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.19'da, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.20'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.28'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.29'da ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.30'da verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) 2x1 önşekilde, altı adet birbirinden bağımsız katman oluşmuş ve her bir katman kendi içinde $\pm\theta$ açısal yönünde saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak yapıyı meydana getirmiştir. Her bir katman arasında kesişme olmadığı için, eş merkezli altı adet iç içe geçmiş silindirler (concentric cylinder) şeklinde yapı oluşmuştur. En dış katmanından en iç katmanına doğru, katmanların dış yüzeyinde bir basınç oluştuğu gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda ortaya çıkan yapının en iç çapı etkilenerek katmanları kilitlemiş (geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel 1x1 ve 3x1 önşekiller) yapılara kıyasla en iç çap değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) 2x1 yapıda, her bir katman saç örgü şeklinde elde edildikten sonra birbirleri içerisinden ayrılıp bağımsız tek katlı saç örgü yapısı gibi göz önüne alınabilir ve her katmanındaki saç örgü açılı (düzlem dışı açılı), iplik uzunlukları, sıklık değerlerinin birbirine eş değer olmayacağı söylenebilir. Ayrıca her katmanın açılma koşullarında (maksimum - minimum) birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her bir katmanın katlar kilitlemediği için diğer katman tarafından kısıtlanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en içteki katmanın açılma koşullarındaki boyutları, onun dışındaki katmanlar tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.19. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.20. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.28. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	7	30	6	26.0	15.9	47.27	4
Minimum	7	30	6	29.5	10.7	40.86	5
Maksimum	7	30	6	24.0	19.6	36.00	3

Tablo 3.29. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	7	30	6	7.2	47.27	4.5
Minimum	7	30	6	10.5	40.86	3.0
Maksimum	7	30	6	6.5	36.00	6.0

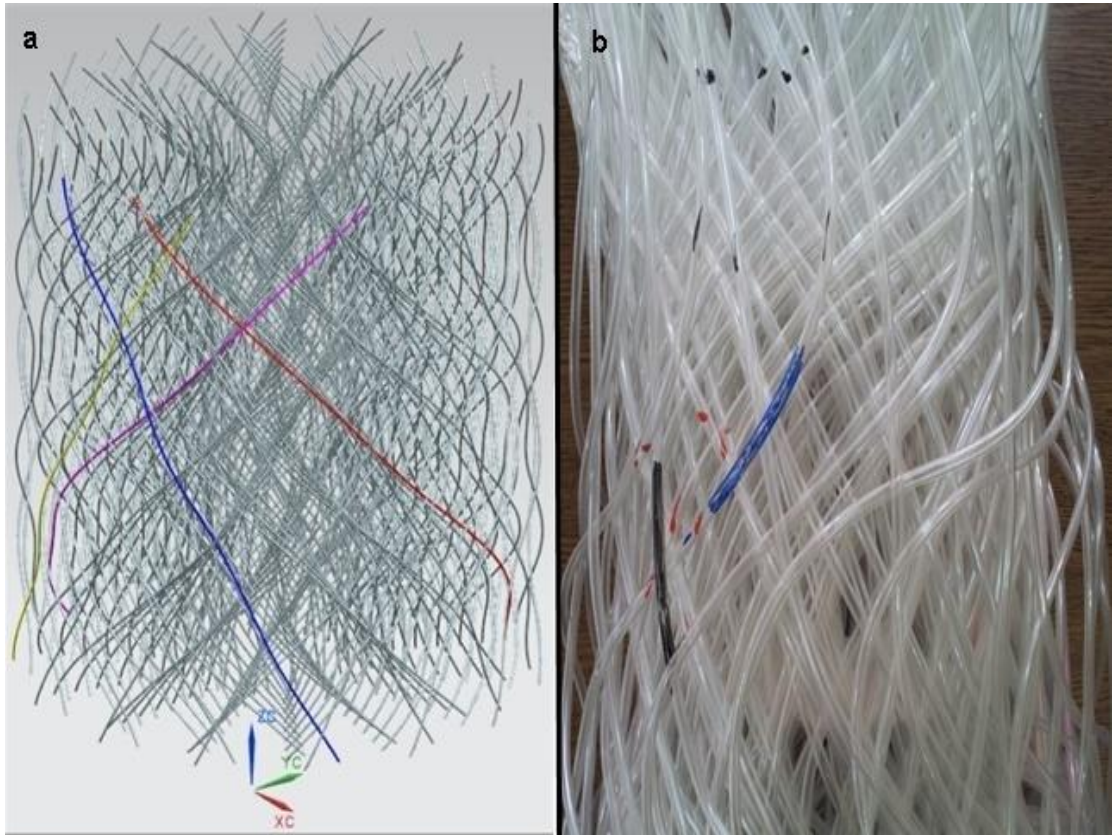
Tablo 3.30. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 2x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

Yapı	Açılı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	7×30	27	27	10	10	63
Minimum	7×30	15	15	11	11	75
Maksimum	7×30	30	30	9	9	60

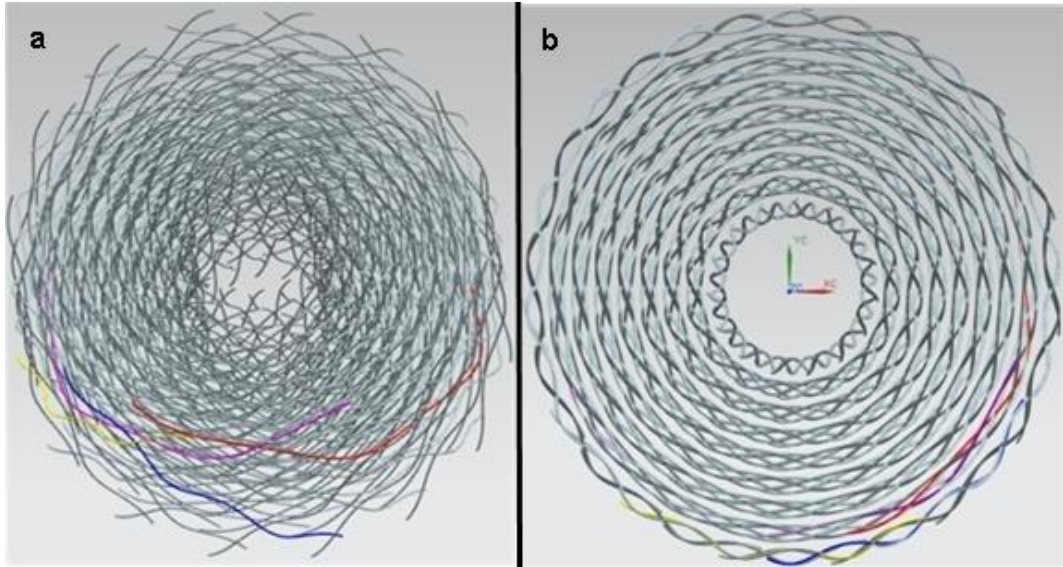
3.1.1.11. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [8Kat (9Kat) 2x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.21'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.22'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.31'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.32'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.33'de verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) 2x1 önşekilde, dokuz adet birbirinden bağımsız katman oluşmuş ve her bir katman kendi içinde $\pm\theta$ açılısal yönünde saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak yapıyı meydana getirmiştir. Her bir katman arasında kesişme

olmadığı için, eş merkezli dokuz adet iç içe geçmiş silindirler (concentric cylinder) şeklinde yapı oluşmuştur. En dış katmanından en iç katmanına doğru, katmanların dış yüzeyinde bir basınç olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda ortaya çıkan yapının en iç çapı etkilenerek katmanları kilitlenmiş (geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel 1x1 ve 3x1 önşekiller) yapılara kıyasla en iç çap değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) 2x1 yapıda, her bir katman saç örgü şeklinde elde edildikten sonra birbirleri içerisinde ayrılıp bağımsız tek katlı saç örgü yapısı gibi göz önüne alınabilir ve her katmanındaki saç örgü açısı (düzlem dışı açı), iplik uzunlukları, sıklık değerlerinin birbirine eş değer olmayacağı söylenebilir. Ayrıca her katmanın açılma koşullarında (maksimum - minimum) birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her bir katmanın katlar kilitlenmediği için diğer katman tarafından kısıtlanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en içteki katmanın açılma koşullarındaki boyutları, onun dışındaki katmanlar tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.21. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.



Şekil 3.22. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.31. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler							
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	10	30	9	26.0	18.0	58.80	3
Minimum	10	30	9	27.0	13.6	52.45	4
Maksimum	10	30	9	24.5	21.0	48.28	3

Tablo 3.32. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

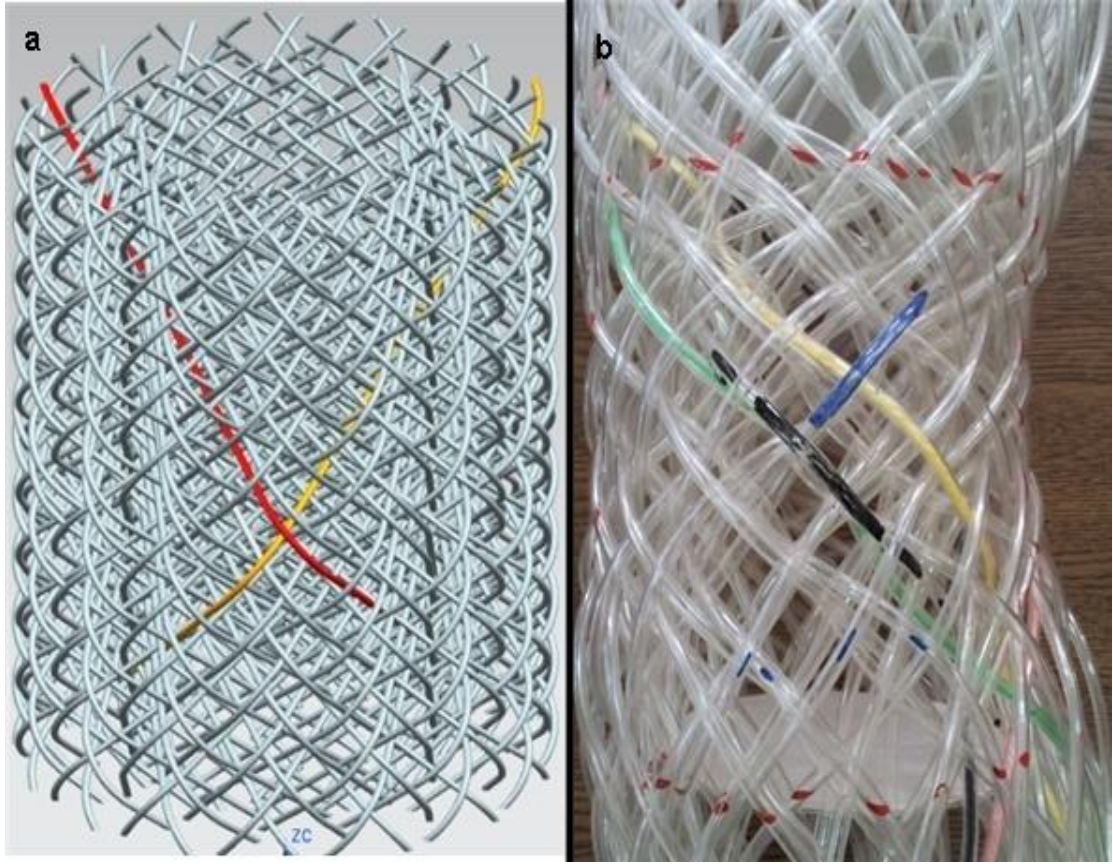
Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	10	30	9	6.5	58.80	3
Minimum	10	30	9	7.3	52.45	2
Maksimum	10	30	9	6.0	48.28	4

Tablo 3.33. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 2x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

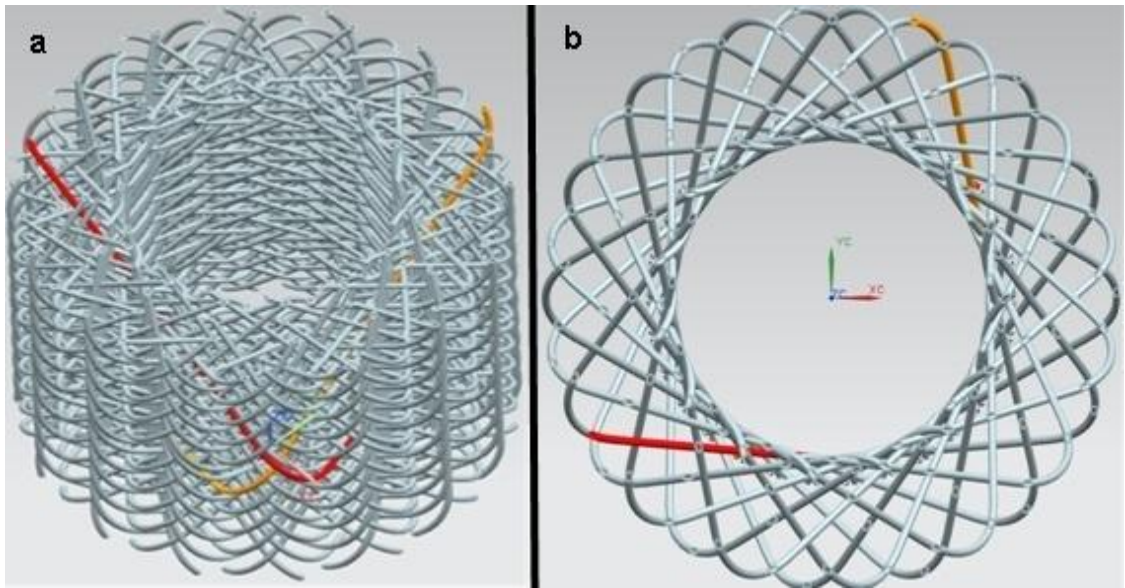
Yapı	C×R	Açılı İle İlgili Parametreler				
		Yüzey Açılısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılısı θ_h°
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	10×30	25	25	12	12	65
Minimum	10×30	20	20	13	13	70
Maksimum	10×30	30	30	11	11	60

3.1.1.12. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 3x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.23'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.24'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.34'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.35'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.36'da verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) 3x1 önşekilde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi + θ yönünden - θ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, - θ yönünden + θ yönüne doğru hareket etmektedir. 2Kat(3Kat) 3x1 önşekilde ipliklerin 2Kat(3Kat) 1x1 önşekile göre daha uzun atlamalı olduğu tespit edilmiştir. 2Kat(3Kat) 3x1 önşekilde ipliklerin uzun atlamalı olması nedeni ile yapının daha geniş gözenekli ve yapı yüzeyinin daha pürüzlü olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca ipliklerdeki uzun atlamaların yapıyı daha rijit (stiff) yaptığı ve bununda açılma koşullarını (maksimum - minimum) etkilediği tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) 3x1 önşekilde, maksimum koşulda boyda azalma meydana gelirken çapta artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.23. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.24. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.34. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	4	30	3	26.0	17.1	29.81	4
Minimum	4	30	3	31.0	11.3	40.13	6
Maksimum	4	30	3	23.0	18.6	24.63	3

Tablo 3.35. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	4	30	3	13.3	29.81	15.5
Minimum	4	30	3	17.5	40.13	11.0
Maksimum	4	30	3	10.5	24.63	17.5

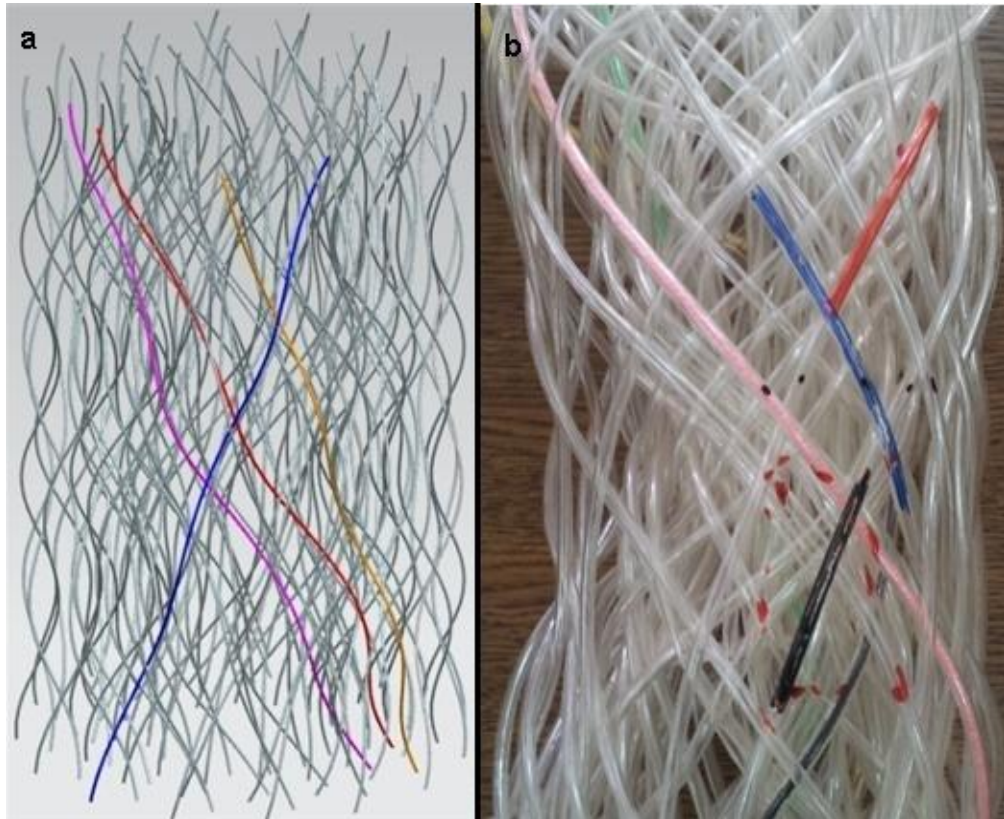
Tablo 3.36. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 3x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

Yapı	Açılı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açılısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	4×30	50	50	45	45	40
Minimum	4×30	30	30	45	45	60
Maksimum	4×30	55	55	35	35	35

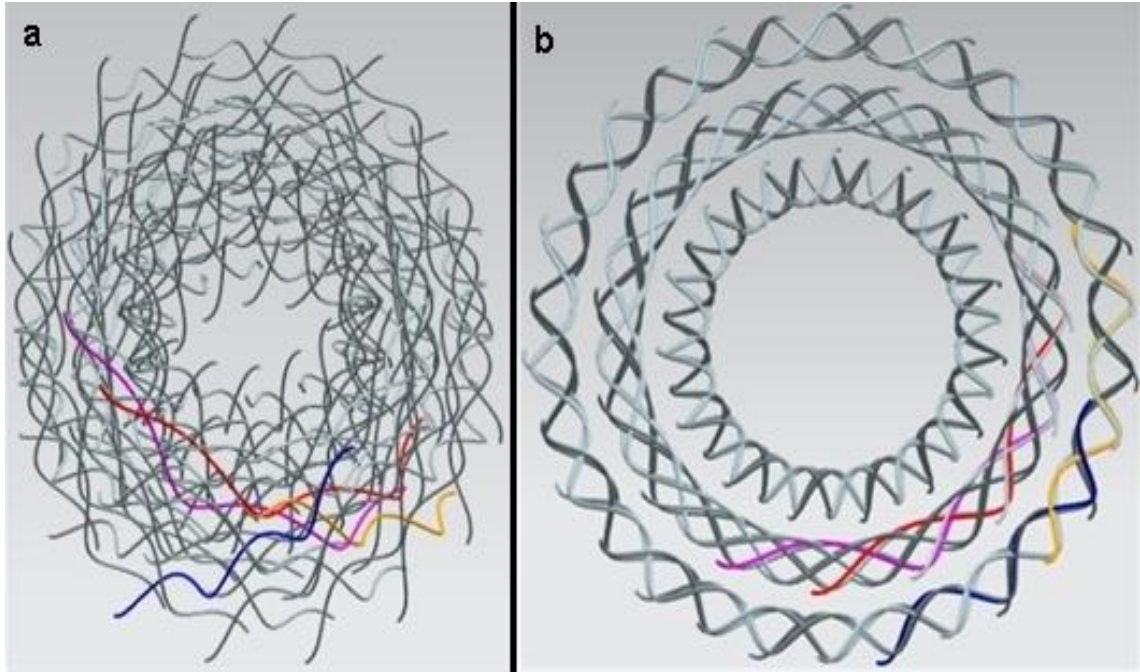
3.1.1.13. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 4x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.25'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.26'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.37'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.38'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.39'da verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) 4x1 önşekilde, üç adet birbirinden bağımsız katman oluşmuş ve her bir katman kendi içinde $\pm\theta$ açılısal yönünde saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak yapıyı meydana getirmiştir. Her bir katman arasında kesişme olmadığı için, eş merkezli üç adet iç içe geçmiş silindirler (concentric cylinder) şeklinde

yapı oluşmuştur. En dış katmanından en iç katmanına doğru, katmanların dış yüzeyinde bir basınç olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda ortaya çıkan yapının en iç çapı etkilenerek katmanları kilitlenmiş (geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel 1x1 ve 3x1 önsökeller) yapıya kıyasla en iç çap değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 2Kat(3Kat) 4x1 yapıda, her bir katman saç örgü şeklinde elde edildikten sonra birbirleri içerisinden ayrılıp bağımsız tek katlı saç örgü yapısı gibi göz önüne alınabilir ve her katmanındaki saç örgü açısı (düzlem dışı açı), iplik uzunlukları, sıklık değerlerinin birbirine eş değer olmayacağı söylenebilir. Ayrıca ipliklerdeki uzun atlamaların yapıyı daha rijit (stiff) yaptığı ve bununda açılma koşullarını (maksimum - minimum) etkilediği tespit edilmiştir. Her katmanın açılma koşullarında (maksimum - minimum) birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her bir katmanın katlar kilitlenmediği için diğer katman tarafından kısıtlanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en içteki katmanın açılma koşullarındaki boyutları, onun dışındaki katmanlar tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.25. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat(3kat) 4x1] önsökilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önsökil resmi.



Şekil 3.26. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.37. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler							
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	4	30	3	26.0	10.5	33.54	5
Minimum	4	30	3	27.7	9.3	27.02	5
Maksimum	4	30	3	22.0	12.8	24.30	3

Tablo 3.38. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	4	30	3	5.3	33.54	3.3
Minimum	4	30	3	6.0	27.02	2.7
Maksimum	4	30	3	5.0	24.30	3.5

Tablo 3.39. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 4x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

Yapı	C×R	Açılı İle İlgili Parametreler				
		Yüzey Açılısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılısı θ_h°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°	
Normal Şart	4×30	35	35	14	14	55
Minimum	4×30	30	30	18	18	60
Maksimum	4×30	40	40	12	12	50

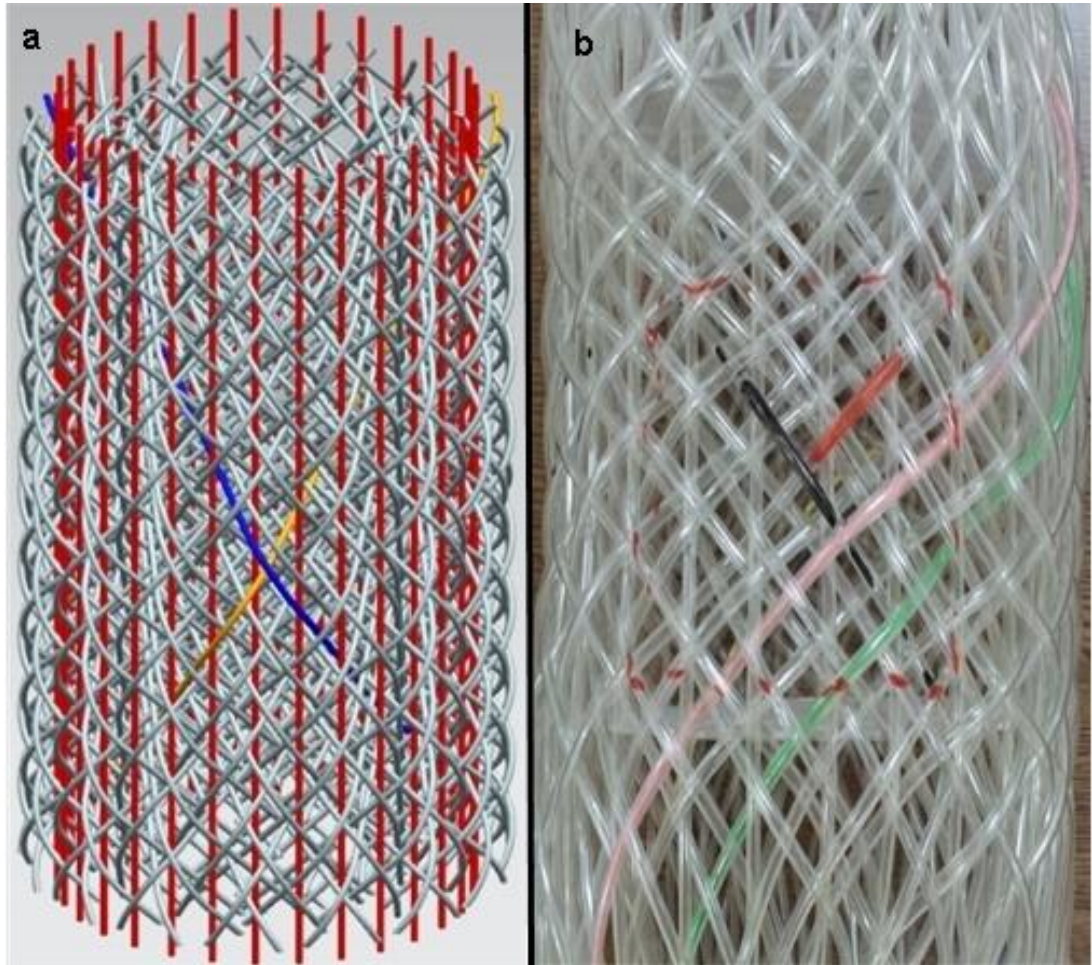
3.1.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler

Bu çalışmada geleneksel üç boyutlu dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerde, geliştirilen aparat üzerinde toplam olarak 9 adet yapı üretilmiştir. Üretilen her bir yapının bilgisayar çizimlerinde UNIGRAPHICS NX8 programı kullanılmıştır. Genel olarak geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekiller, iki yönde yönlendirilmiş saç örgü iplik setleri ile birlikte aksiyal iplik setlerinden oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirirken, iplik setlerinden birisi + θ yönünden - θ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, - θ yönünden + θ yönüne doğru hareket etmektedir. Aksiyal iplikleri ise, $\pm\theta$ saç örgü iplik setleri arasında kesişmeden uzanan ve saç örgü ipliklerinin tam bir dönüş yapmadan kesişmesi (intertwining) sonucu kilitlenmesi ile yapı içerisinde yerinde tutulduğu tespit edilmiştir.

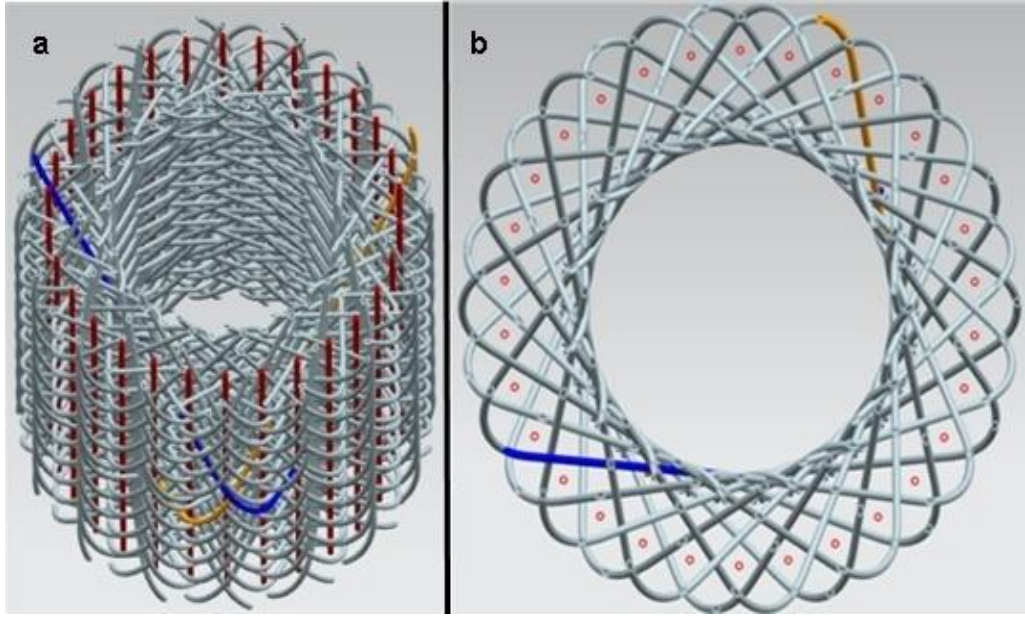
3.1.2.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.27'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.28'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.40'da, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.41'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.42'de verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A 1x1 önşekil üç kat saç örgü, tek kat aksiyaldan meydana gelmiştir ve önşekil iki yönde

yönlendirilmiş saç örgü iplik setleri ile birlikte aksiyal iplik setinden oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirirken, iplik setlerinden birisi $+\theta$ yönünden $-\theta$ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, $-\theta$ yönünden $+\theta$ yönüne doğru hareket etmektedir. Aksiyal iplikleri ise, $\pm\theta$ saç örgü iplik setleri arasında kesişmeden uzanan ve saç örgü ipliklerinin tam bir dönüş yapmadan kesişmesi (intertwining) sonucu kilitlemesi ile yapı içerisinde yerinde tutulduğu tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A 1x1 örneğinde, maksimum koşulda boyda azalma meydana gelirken çapta sınırlı değerde artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta sınırlı değerde azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.27. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 1x1] örneğinin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) örneği resmi.



Şekil 3.28. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 1x1] örneğinin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.40. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 1x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	5	30	4	26.0	23.5	22.50	3	2
Minimum	5	30	4	27.6	18.7	23.16	3	3
Maksimum	5	30	4	25.2	24.5	20.63	3	2

Tablo 3.41. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1KatA 1x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.

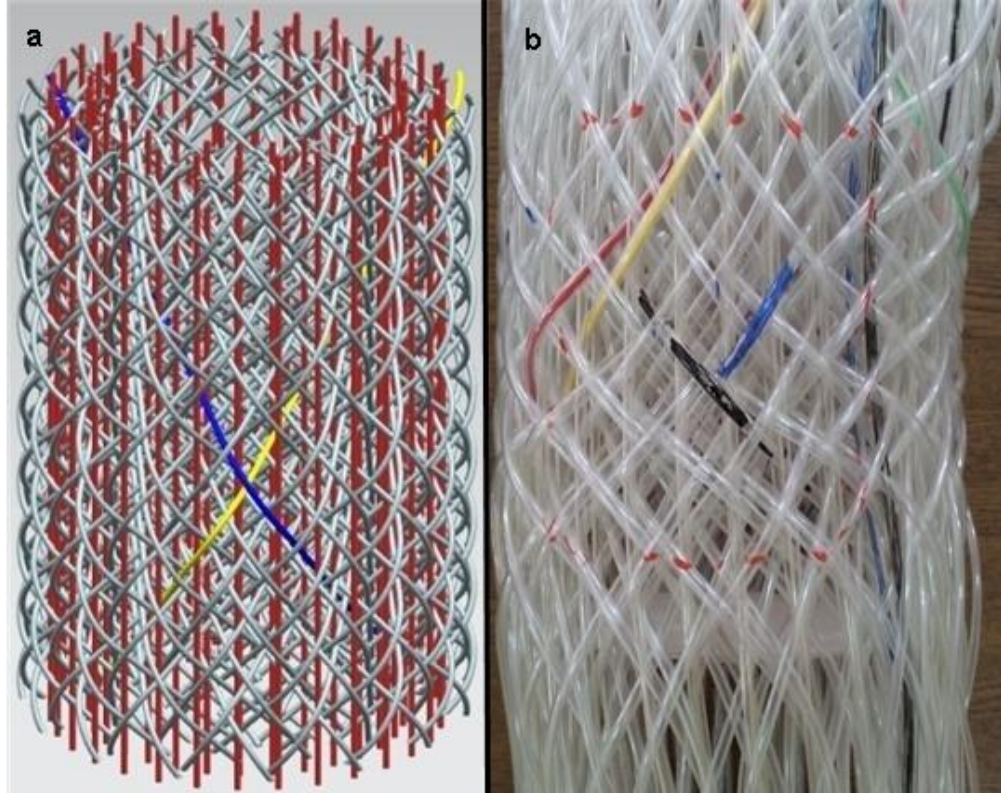
Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	5	30	4	8.0	22.50	11.0
Minimum	5	30	4	11.0	23.16	8.0
Maksimum	5	30	4	6.5	20.63	12.0

Tablo 3.42. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1KatA 1x1] örneğinin açı ile ilgili verileri.

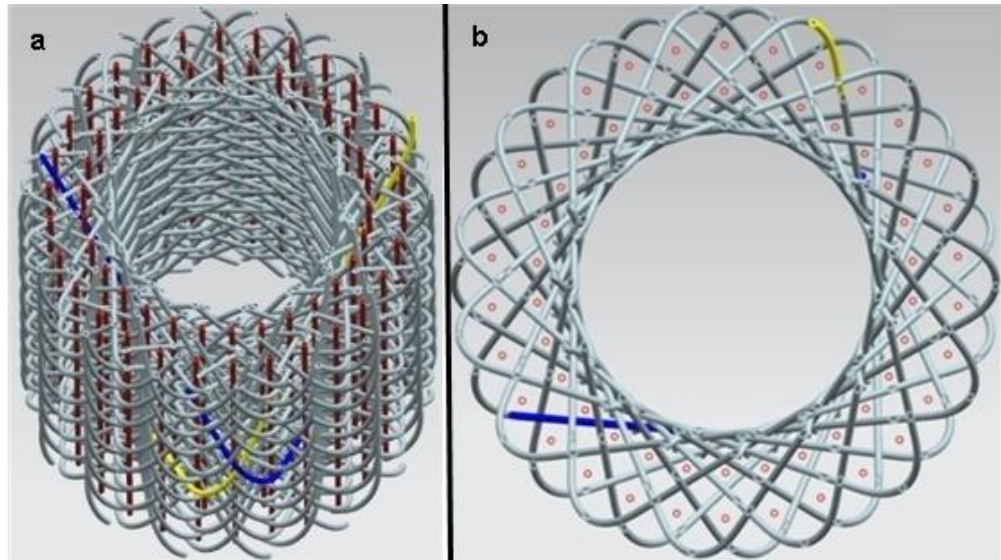
Yapı	C×R	Açı İle İlgili Parametreler					
		Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açısı		Helis Açısı θ_h°	Aksiyal Açısı θ_a°
		$+\theta^\circ$	$-\theta^\circ$	$+\theta_b^\circ$	$-\theta_b^\circ$		
Normal Şart	5×30	52	52	20	20	38	0
Minimum	5×30	40	40	22	22	50	0
Maksimum	5×30	60	60	20	20	30	0

3.1.2.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Örneği [3Kat (4Kat)S + 2KatA 1x1]

Oluşturulan örneğin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.29'da, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.30'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.43'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.44'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.45'de verilmiştir. Tablolarda örneğin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 3Kat(4Kat)S+2Kat A 1x1 örneği dört kat saç örgü, iki kat aksiyaldan meydana gelmiştir ve örneği iki yönde yönlendirilmiş saç örgü iplik setleri ile birlikte aksiyal iplik setinden oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirirken, iplik setlerinden birisi $+\theta$ yönünden $-\theta$ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, $-\theta$ yönünden $+\theta$ yönüne doğru hareket etmektedir. Aksiyal iplikleri ise, $\pm\theta$ saç örgü iplik setleri arasında kesişmeden uzanan ve saç örgü ipliklerinin tam bir dönüş yapmadan kesişmesi (intertwining) sonucu kilitlemesi ile yapı içerisinde yerinde tutulduğu tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 3Kat(4Kat)S+2Kat A 1x1 örneğinde, maksimum koşulda boyda azalma meydana gelirken çapta sınırlı değerde artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta sınırlı değerde azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.29. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat(4kat)S + 2Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.



Şekil 3.30. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat(4kat)S + 2Kat A 1x1] önşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.43. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat (4kat)S + 2Kat A 1x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)	Aksiyal Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	7	30	6	26.0	23.7	23.70	3	3
Minimum	7	30	6	27.0	21.0	24.83	3	3
Maksimum	7	30	6	25.5	24.5	22.66	3	2

Tablo 3.44. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat (4kat)S + 2KatA 1x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	7	30	6	10.5	23.70	14.0
Minimum	7	30	6	12.5	24.83	11.0
Maksimum	7	30	6	9.0	22.66	15.0

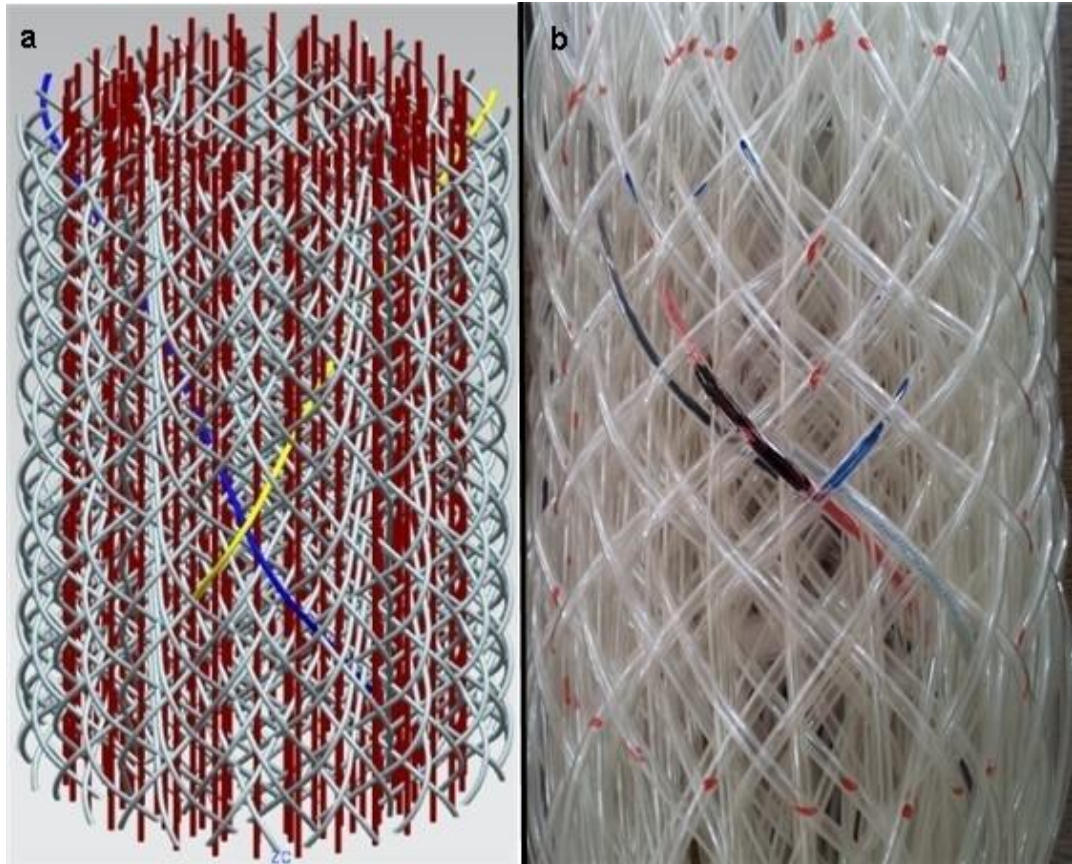
Tablo 3.45. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [3kat (4kat)S + 2katA 1x1] örneğinin açı ile ilgili verileri.

Yapı	C×R	Açı İle İlgili Parametreler					
		Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı θ_h°	Aksiyal Açısı θ_a°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°		
Normal Şart	7×30	55	55	24	24	35	0
Minimum	7×30	44	44	30	30	46	0
Maksimum	7×30	57	57	25	25	33	0

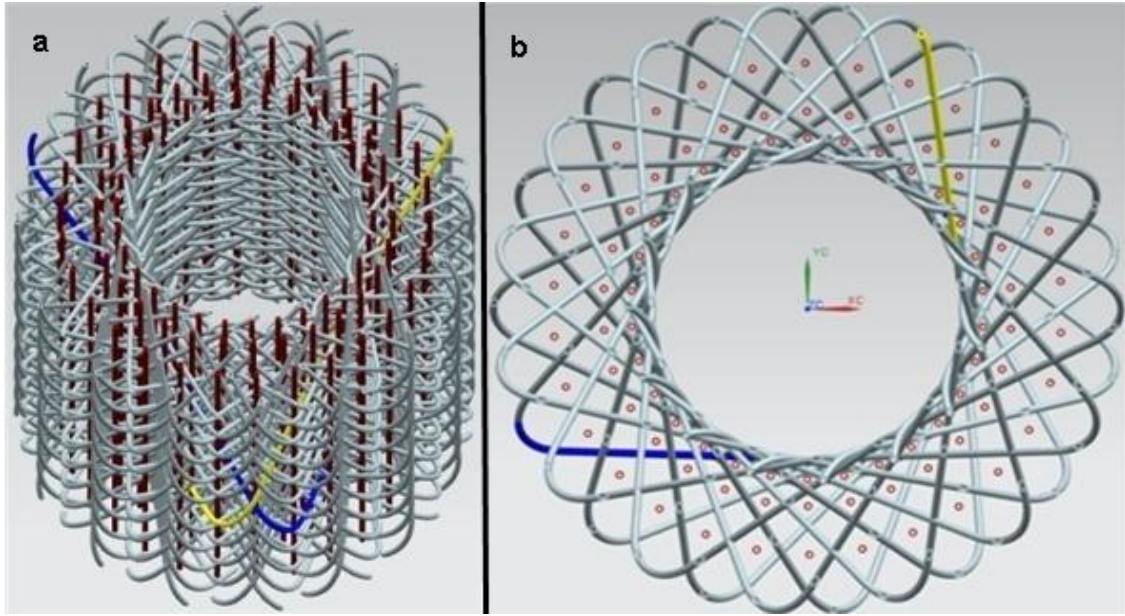
3.1.2.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Örneği [4Kat (5Kat)S + 3KatA 1x1]

Oluşturulan örneğin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.31'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.32'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.46'da, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.47'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.48'de verilmiştir. Tablolarda örneğin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 4Kat(5Kat)S+3Kat A 1x1 önşekil beş kat saç örgü, üç kat aksiyaldan meydana gelmiştir ve önşekil iki yönde yönlendirilmiş saç örgü iplik setleri ile birlikte aksiyal iplik setinden oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirirken, iplik setlerinden birisi $+\theta$ yönünden $-\theta$ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, $-\theta$ yönünden $+\theta$ yönüne doğru hareket etmektedir. Aksiyal iplikleri ise, $\pm\theta$ saç örgü iplik setleri arasında kesişmeden uzanan ve saç örgü ipliklerinin tam bir dönüş yapmadan kesişmesi (intertwining) sonucu kilitlemesi ile yapı içerisinde yerinde tutulduğu tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 4Kat(5Kat)S+3Kat A 1x1 önşekilde, maksimum koşulda boyda azalma meydana gelirken çapta sınırlı değerde artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta sınırlı değerde azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.31. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [4kat(5kat)S + 3Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.



Şekil 3.32. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3Kat A 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.46. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3Kat A 1x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)	Aksiyal Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	9	30	8	26.0	22.0	30.00	3	3
Minimum	9	30	8	27.5	20.5	33.84	3	3
Maksimum	9	30	8	25.0	22.7	29.52	3	2

Tablo 3.47. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3KatA 1x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

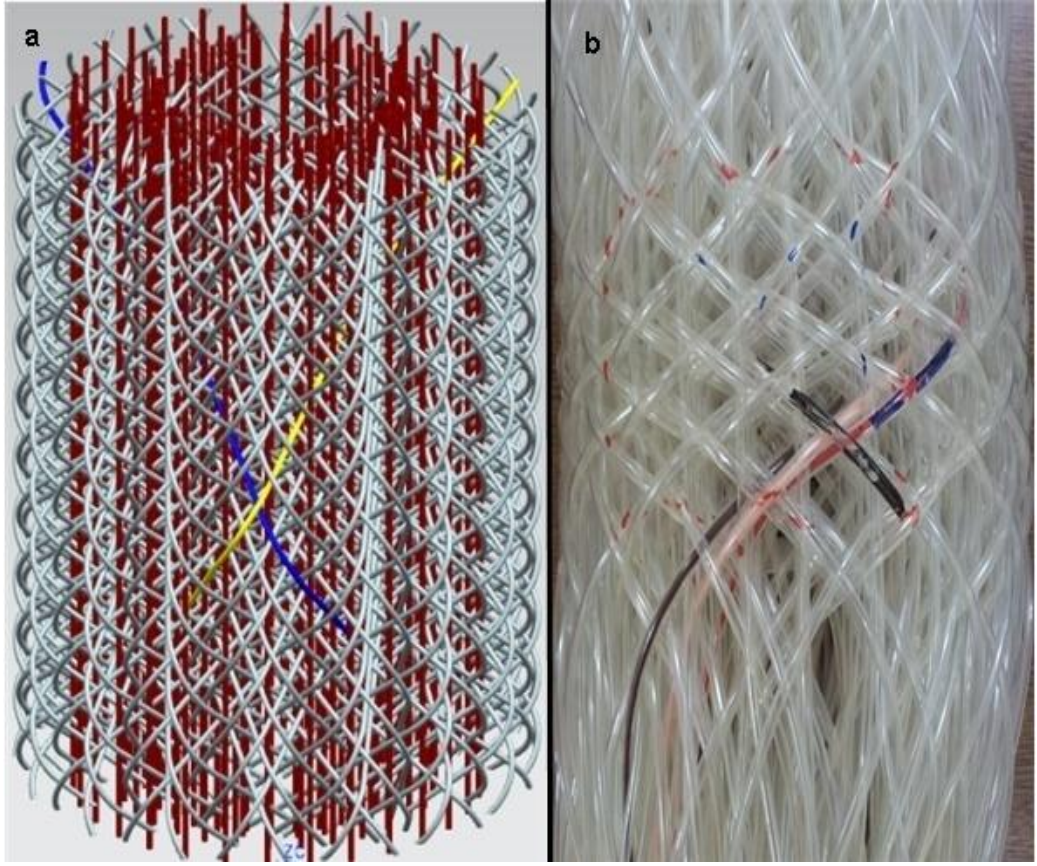
Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	9	30	8	13.5	30.00	17.5
Minimum	9	30	8	15.0	33.84	15.5
Maksimum	9	30	8	13.0	29.52	19.5

Tablo 3.48. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3katA 1x1] örneğinin açı ile ilgili verileri.

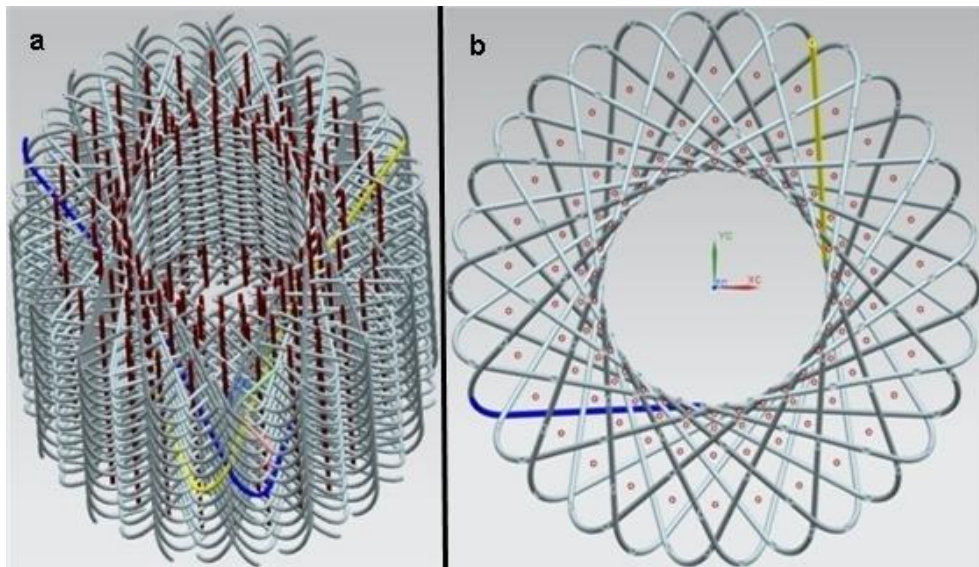
Yapı	C×R	Açı İle İlgili Parametreler					
		Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı θ_h°	Aksiyal Açısı θ_a°
		$+\theta^\circ$	$-\theta^\circ$	$+\theta_b^\circ$	$-\theta_b^\circ$		
Normal Şart	9×30	55	55	25	25	35	0
Minimum	9×30	52	52	34	34	38	0
Maksimum	9×30	56	56	23	23	34	0

3.1.2.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Örneği [5Kat (6Kat)S + 4KatA 1x1]

Oluşturulan örneğin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.33'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.34'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.49'da, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.50'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.51'de verilmiştir. Tablolarda örneğin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A 1x1 örneği altı kat saç örgü, dört kat aksiyaldan meydana gelmiştir ve örneği iki yönde yönlendirilmiş saç örgü iplik setleri ile birlikte aksiyal iplik setinden oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirirken, iplik setlerinden birisi $+\theta$ yönünden $-\theta$ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, $-\theta$ yönünden $+\theta$ yönüne doğru hareket etmektedir. Aksiyal iplikleri ise, $\pm\theta$ saç örgü iplik setleri arasında kesişmeden uzanan ve saç örgü ipliklerinin tam bir dönüş yapmadan kesişmesi (intertwining) sonucu kilitlemesi ile yapı içerisinde yerinde tutulduğu tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A 1x1 örneğinde, maksimum koşulda boyda azalma meydana gelirken çapta sınırlı değerde artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta sınırlı değerde azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.33. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 1x1] örneğinin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) örneğin resmi.



Şekil 3.34. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat(6kat)S + 4Kat A 1x1] örneğinin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.49. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	11	30	10	26.0	22.3	44.20	3	3
Minimum	11	30	10	26.7	21.5	46.24	3	3
Maksimum	11	30	10	24.8	23.5	42.00	3	2

Tablo 3.50. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4KatA 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Geniştirliği	
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)	
Normal Şart	11	30	10	16.0	44.20	23.0	
Minimum	11	30	10	17.6	46.24	22.0	
Maksimum	11	30	10	15.0	42.00	24.0	

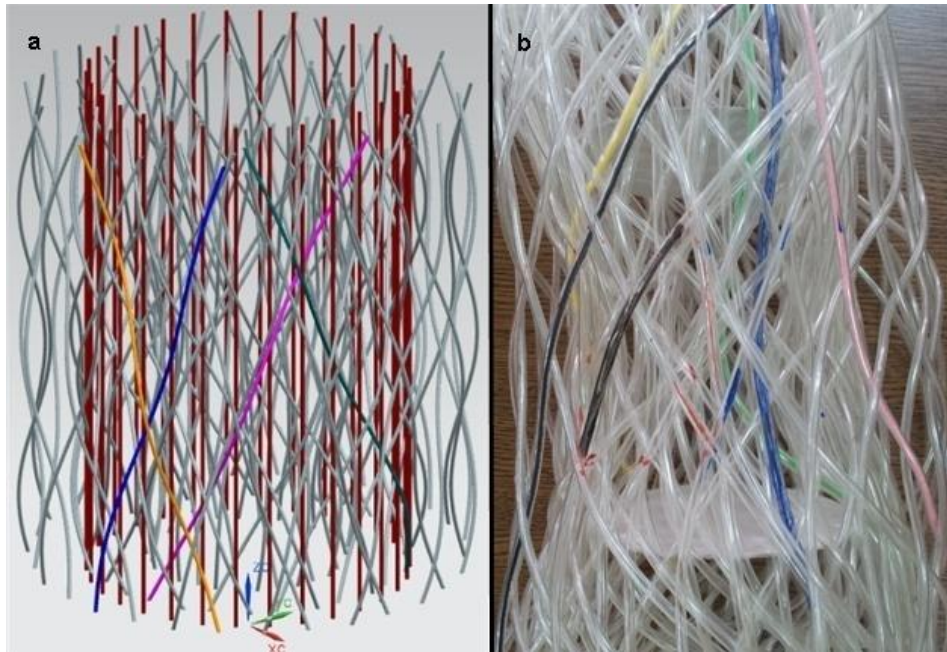
Tablo 3.51. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4katA 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.

Yapı	Açı İle İlgili Parametreler						
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı	Aksiyal Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	θh°	θa°
Normal Şart	11×30	62	62	43	43	28	0
Minimum	11×30	62	62	45	45	28	0
Maksimum	11×30	63	63	30	30	27	0

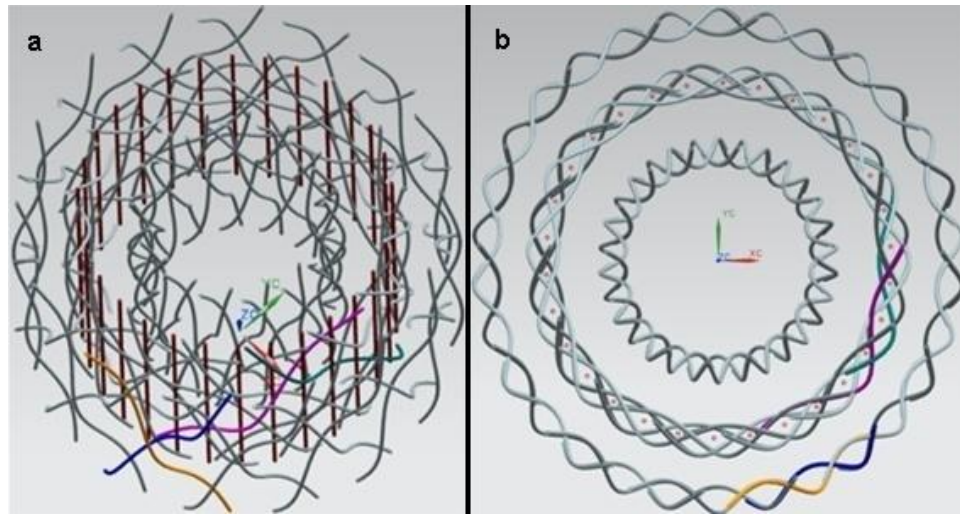
3.1.2.5. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 2x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.35'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.36'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.52'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.53'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.54'de verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A 2x1 önşekilde, üç adet birbirinden bağımsız katman oluşmuş ve her bir katman kendi içinde $\pm\theta$ açısal yönünde

saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak yapıyı meydana getirmiştir. En dış katman ile en iç katmanın dışındaki katmanda (orta katmanda) saç örgüler aksiyal ipliklerini kilitleyerek $+\theta$, $-\theta$ ve aksiyalli katman oluşturmuştur. Yani 1 ve 3 numaralı katmanlar aksiyalsiz, 2 numaralı katman aksiyallidir. Her bir katman arasında kesişme olmadığı için, eş merkezli üç adet iç içe geçmiş silindirlere (concentric cylinder) şeklinde yapı oluşmuştur. En dış katmanından en iç katmanına doğru, katmanların dış yüzeyinde bir basınç olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda ortaya çıkan yapının en iç çapı etkilenerek katmanları kilitlemiş (geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı 1x1 ve 3x1 önşekiller) yapıya kıyasla en iç çap değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 2Kat(3Kat)S+1Kat A 2x1 yapıda, her bir katman saç örgü şeklinde elde edildikten sonra birbirleri içerisinde ayrılıp bağımsız tek katlı saç örgü yapısı gibi göz önüne alınabilir ve her katmanındaki saç örgü açısı (düzlem dışı açısı), iplik uzunlukları, sıklık değerlerinin birbirine eş değeri olmayacağı söylenebilir. Ayrıca her katmanın açılma koşullarında (maksimum - minimum) birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her bir katmanın katlar kilitlemediği için diğer katman tarafından kısıtlanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en içteki katmanın açılma koşullarındaki boyutları, onun dışındaki katmanlar tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.35. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü [2kat(3kat)S+1Kat A 2x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.



Şekil 3.36. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 2x1] örneğinin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.52. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 2x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	5	30	4	26.0	13.0	27.31	3	4
Minimum	5	30	4	28.0	10.5	29.69	5	5
Maksimum	5	30	4	24.0	16.0	24.88	2	4

Tablo 3.53. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1KatA 2x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Geniştirliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	5	30	4	9.0	27.31	7.0
Minimum	5	30	4	10.0	29.69	4.0
Maksimum	5	30	4	8.5	24.88	7.5

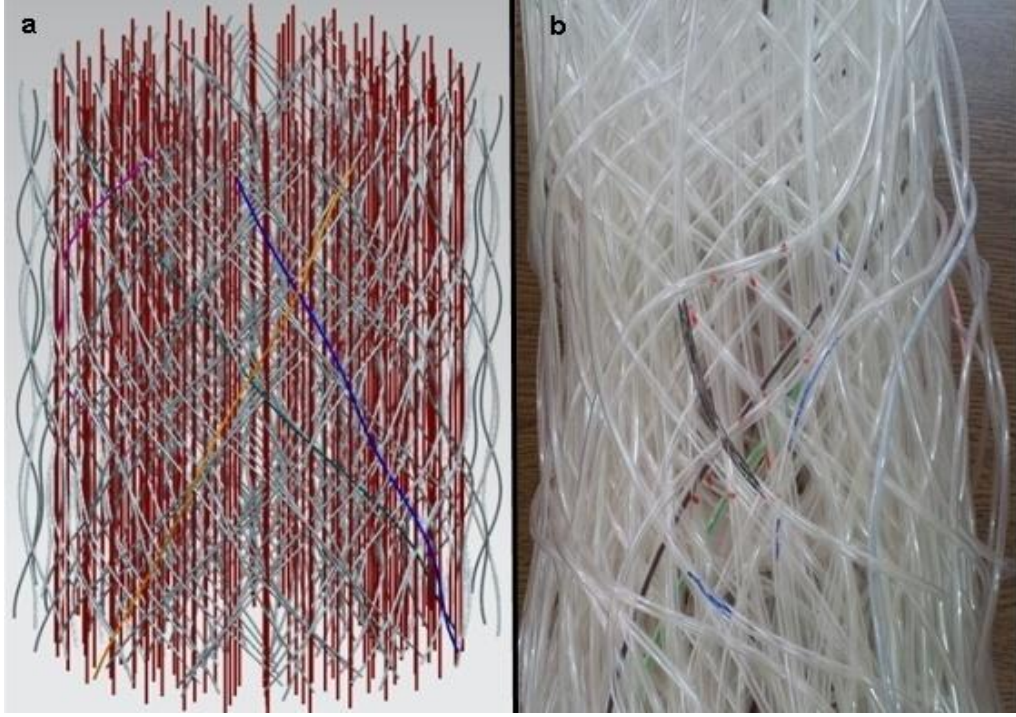
Tablo 3.54. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1katA 2x1] öñşekilin açılı ile ilgili verileri.

Yapı	C×R	Açılı İle İlgili Parametreler					
		Yüzey Açılısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılısı θ_h°	Aksiyal Açılısı θ_a°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°		
Normal Şart	5×30	23	23	10	10	67	0
Minimum	5×30	13	13	11	11	77	0
Maksimum	5×30	27	27	7	7	63	0

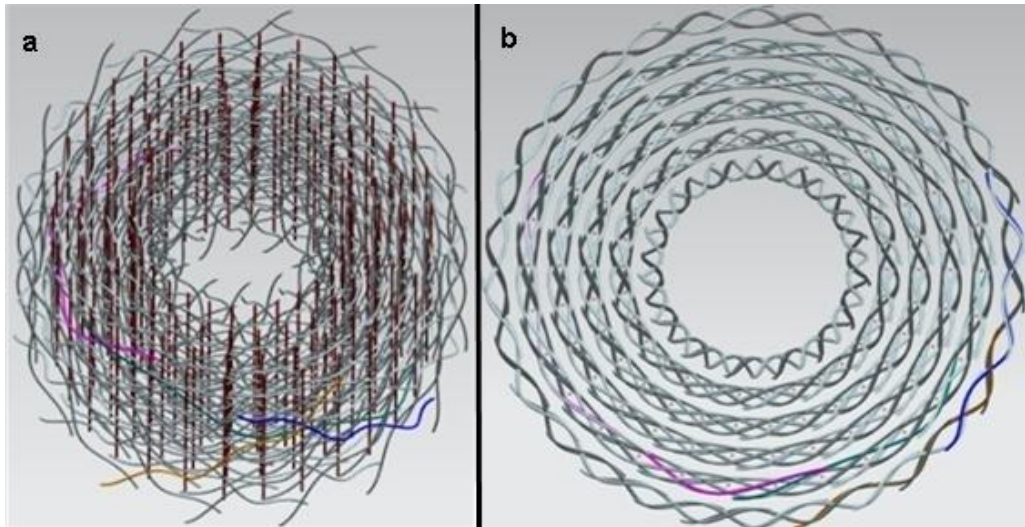
3.1.2.6. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Öñşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 2x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.37'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.38'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.55'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.56'da ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.57'de verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A 2x1 öñşekilde, altı adet birbirinden bağımsız katman oluşmuş ve her bir katman kendi içinde $\pm\theta$ açısal yönünde saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak yapıyı meydana getirmiştir. En dış katman ile en iç katmanın dışındaki katmanlarda (orta katmanlarda) saç örgüler aksiyal ipliklerini kilitleyerek + θ , - θ ve aksiyalli katman oluşturmuştur. Yani 1 ve 6 numaralı katmanlar aksiyalsiz, 2, 3, 4, 5 numaralı katmanlar aksiyallidir. Her bir katman arasında kesişme olmadığı için, eş merkezli altı adet iç içe geçmiş silindirler (concentric cylinder) şeklinde yapı oluşmuştur. En dış katmanından en iç katmanına doğru, katmanların dış yüzeyinde bir basınç oluştuğu gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda ortaya çıkan yapının en iç çapı etkilenerek katmanları kilitlemiş (geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı 1x1 ve 3x1 öñşekiller) yapılara kıyasla en iç çap değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 5Kat(6Kat)S+4Kat A 2x1 yapıda, her bir katman saç örgü şeklinde elde edildikten sonra birbirleri içerisinde ayrılıp bağımsız tek katlı saç örgü yapısı gibi göz önüne alınabilir ve her katmanındaki saç örgü açılısı (düzlem dışı açılı), iplik uzunlukları, sıklık değerlerinin birbirine eş değer olmayacağı söylenebilir. Ayrıca her katmanın açılma koşullarında (maksimum - minimum) birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her bir katmanın katlar kilitlemediği için diğer katman tarafından kısıtlanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en içteki katmanın açılma

koşullarındaki boyutları, onun dışındaki katmanlar tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.37. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü [5kat(6kat)S+4Kat A 2x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.38. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü [5kat(6kat)S+4Kat A 2x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.55. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 2x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler								
Yapı	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	11	30	10	26.0	21.8	53.81	2	3
Minimum	11	30	10	27.8	18.5	56.78	4	3
Maksimum	11	30	10	25.0	23.2	48.24	2	2

Tablo 3.56. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4KatA 2x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.

Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	11	30	10	8.0	53.81	3.5
Minimum	11	30	10	9.0	56.78	2.5
Maksimum	11	30	10	7.5	48.24	4.2

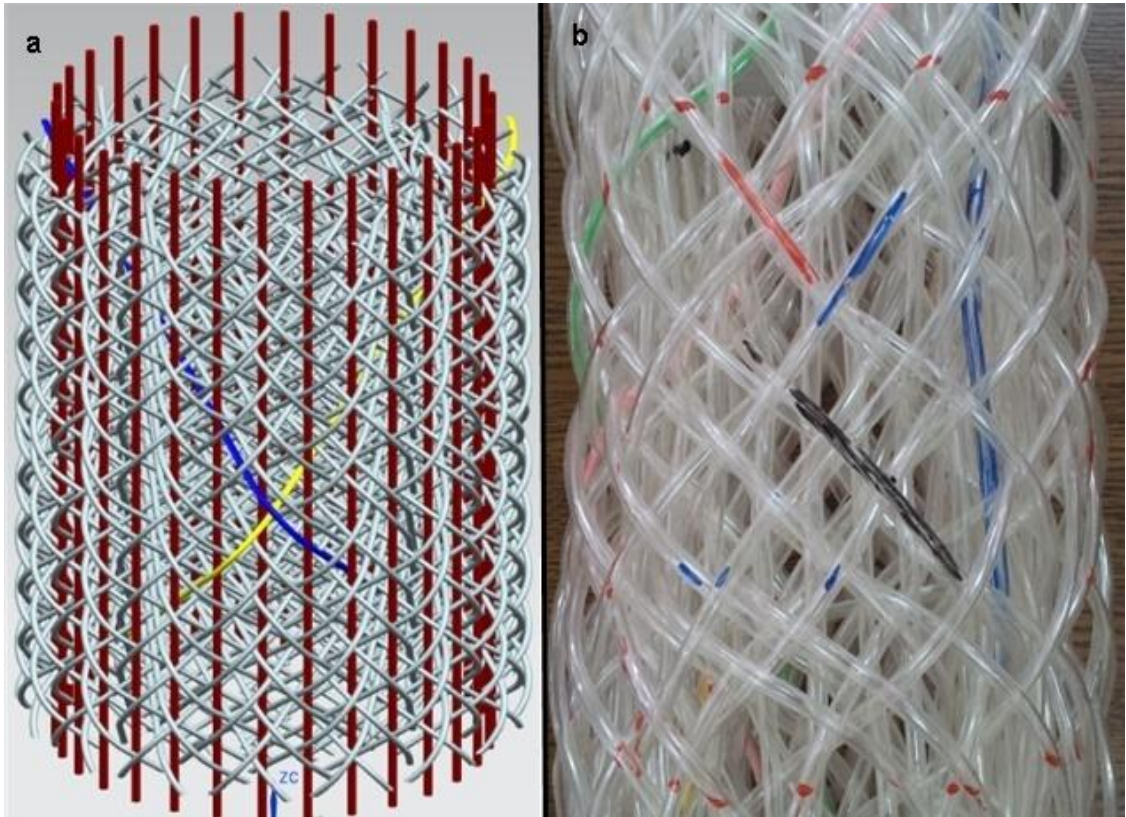
Tablo 3.57. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4katA 2x1] örneğinin açısı ile ilgili verileri.

Açısı İle İlgili Parametreler							
Yapı	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açısı		Helis Açısı	Aksiyal Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	θh°	θa°
Normal Şart	11×30	28	28	12	12	62	0
Minimum	11×30	25	25	18	18	65	0
Maksimum	11×30	40	40	8	8	50	0

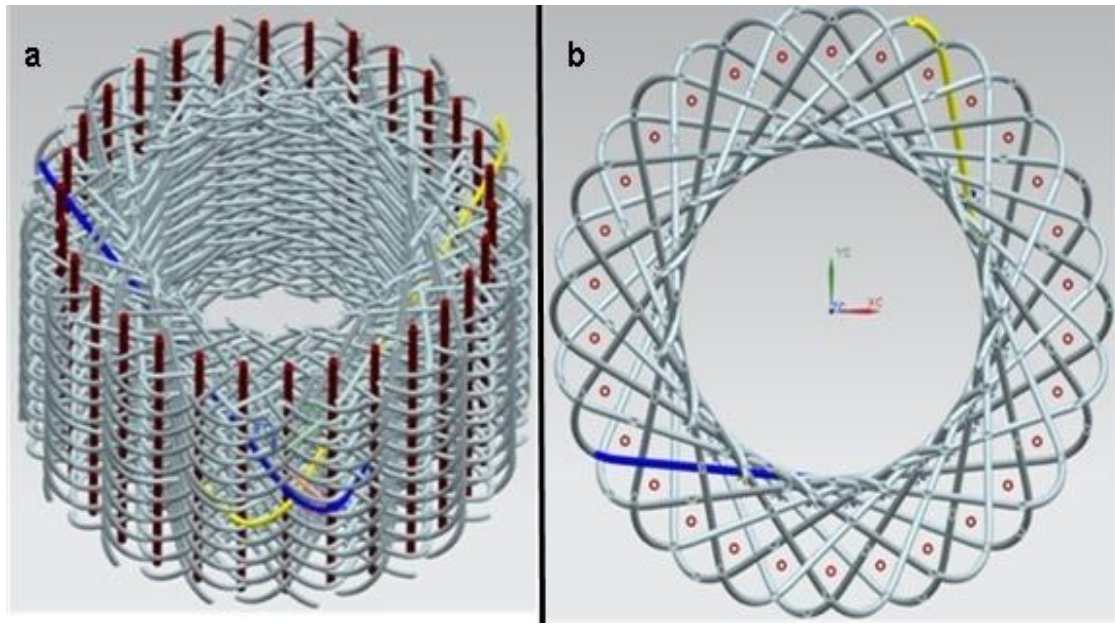
3.1.2.7. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Örneği [2Kat (3Kat)S + 1KatA 3x1]

Oluşturulan örneğin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.39'da, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.40'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.58'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.59'da ve açısı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.60'da verilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D)

dairesel çözü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A 3x1 öñşekilde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi $+\theta$ yönünden $-\theta$ yönüne doğru hareket ederken diğeri iplik seti ise, $-\theta$ yönünden $+\theta$ yönüne doğru hareket etmektedir. 2Kat(3Kat)S+1Kat A 3x1 öñşekilde ipliklerin 2Kat(3Kat)S+1Kat A 1x1 öñşekile göre daha uzun atlamalı olduğu tespit edilmiştir. 2Kat(3Kat)S+1Kat A 3x1 öñşekilde ipliklerin uzun atlamalı olması nedeni ile yapının daha geniş gözenekli ve yapı yüzeyinin daha pürüzlü olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca ipliklerdeki uzun atlama nedeni ile aksiyal ipliklerde lokal konum değışikliği olduğu ve bu uzun atlamaların yapıyı daha rijit (stiff) yaptığı bununda açılma koşullarını (maksimum - minimum) etkilediği tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A 3x1 öñşekilde, maksimum koşulda boyda azalma meydana gelirken çapta artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.39. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 3x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.40. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 3x1] örneğinin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.58. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 3x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	5	30	4	26.0	14.0	36.03	3	4
Minimum	5	30	4	28.0	12.3	37.13	4	5
Maksimum	5	30	4	24.5	14.8	32.84	3	4

Tablo 3.59. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1KatA 3x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.

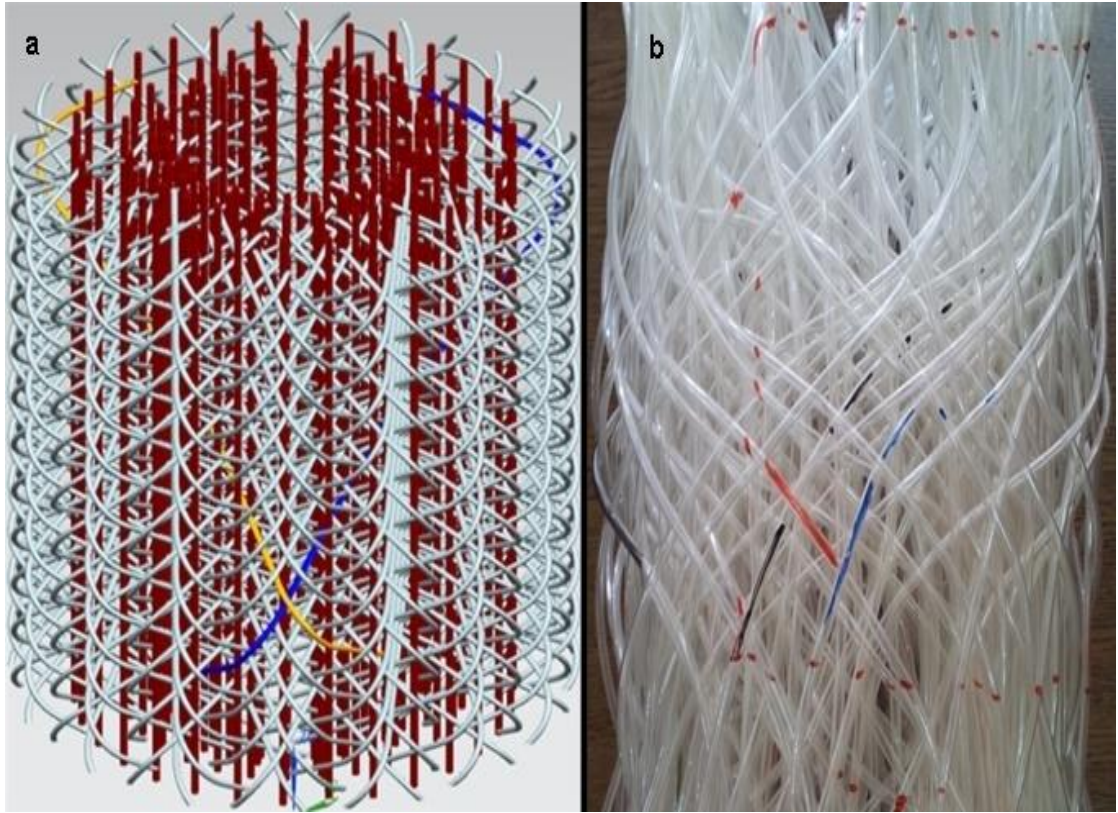
Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Geniştirliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	5	30	4	14.0	36.03	12.0
Minimum	5	30	4	15.3	37.13	11.0
Maksimum	5	30	4	12.0	32.84	16.0

Tablo 3.60. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1katA 3x1] örneğinin açı ile ilgili verileri.

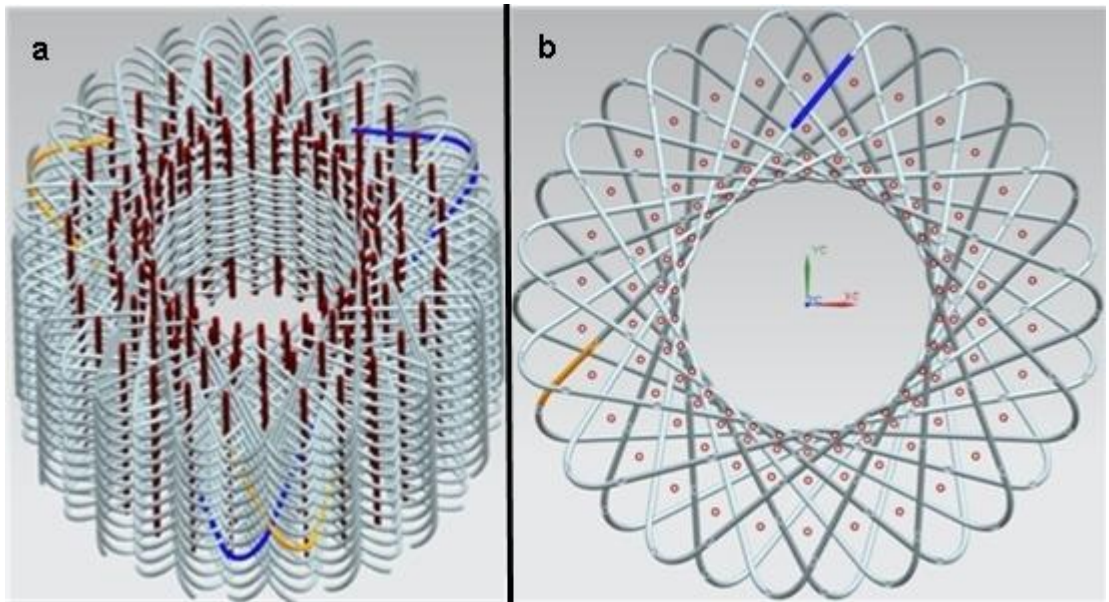
Yapı	C×R	Açı İle İlgili Parametreler					
		Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı θ_h°	Aksiyal Açısı θ_a°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°		
Normal Şart	5×30	37	37	37	37	53	0
Minimum	5×30	30	30	55	55	60	0
Maksimum	5×30	43	43	22	22	47	0

3.1.2.8. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Örneği [5Kat (6Kat)S + 4KatA 3x1]

Oluşturulan örneğin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.41'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.42'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.61'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.62'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.63'de verilmiştir. Tablolarda örneğin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A 3x1 örneğinde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi + θ yönünden - θ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, - θ yönünden + θ yönüne doğru hareket etmektedir. 5Kat(6Kat)S+4Kat A 3x1 örneğinde ipliklerin daha uzun atlamalı olduğu tespit edilmiştir. İpliklerin uzun atlamalı olması nedeni ile yapının daha geniş gözenekli ve yapı yüzeyinin daha pürüzlü olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca ipliklerdeki uzun atlama nedeni ile aksiyal ipliklerde lokal konum değişikliği olduğu ve bu uzun atlamaların yapıyı daha rijit (stiff) yaptığı bunda açılma koşullarını (maksimum - minimum) etkilediği tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A 3x1 örneğinde, maksimum koşulda boyda azalma meydana gelirken çapta artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşulda ise boyda artış gerçekleşirken, çapta azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.41. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 3x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.42. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 3x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.61. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 3x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler								
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)	Aksiyal Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	11	30	10	26.0	19.0	47.92	3	3
Minimum	11	30	10	27.5	17.5	58.87	3	4
Maksimum	11	30	10	24.5	21.0	43.34	3	3

Tablo 3.62. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4KatA 3x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

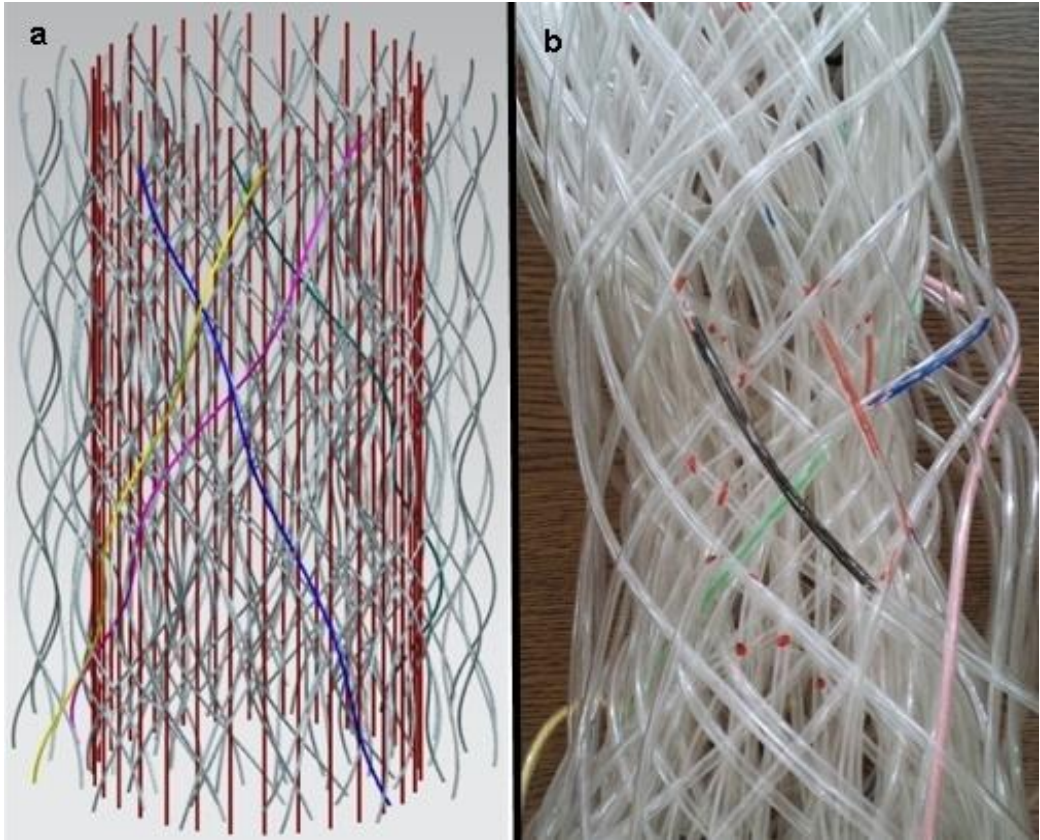
Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	11	30	10	42.0	47.92	35.6
Minimum	11	30	10	47.0	58.87	27.0
Maksimum	11	30	10	38.4	43.34	39.2

Tablo 3.63. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4katA 3x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.

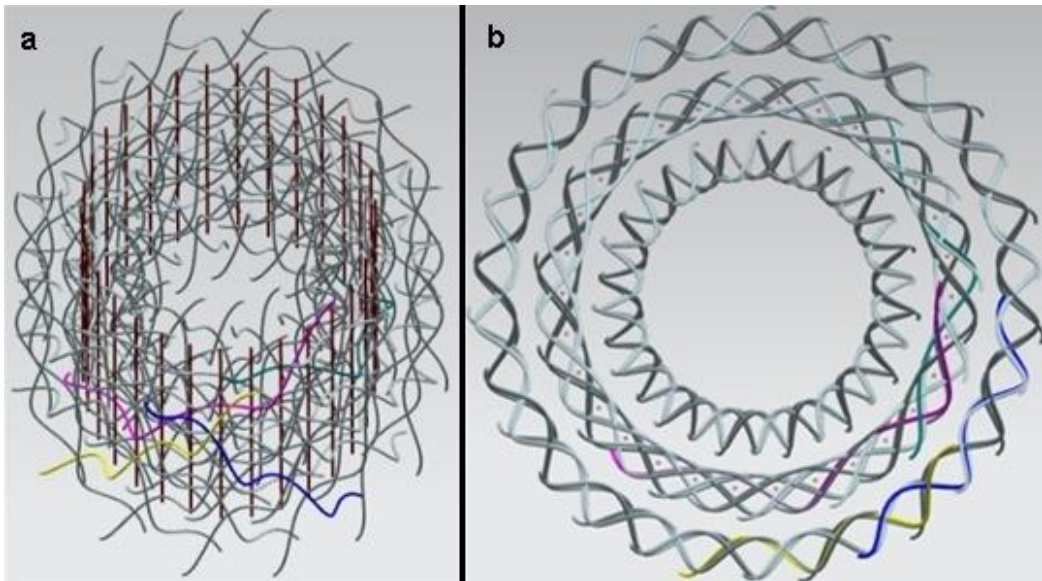
Açı İle İlgili Parametreler							
Yapı	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı θ_h°	Aksiyal Açısı θ_a°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°		
Normal Şart	11×30	35	35	33	33	55	0
Minimum	11×30	25	25	60	60	65	0
Maksimum	11×30	40	40	26	26	50	0

3.1.2.9. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 4x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.43'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.44'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.64'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.65'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.66'da verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A 4x1 önşekilde, üç adet birbirinden bağımsız katman oluşmuş ve her bir katman kendi içinde $\pm\theta$ açısız yönünde saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak yapıyı meydana getirmiştir. En dış katman ile en iç katmanın dışındaki katmanda (orta katmanda) saç örgüler aksiyal ipliklerini kilitleyerek $+\theta$, $-\theta$ ve aksiyalli katman oluşturmuştur. Yani 1 ve 3 numaralı katmanlar aksiyalsiz, 2 numaralı katman aksiyallidir. Her bir katman arasında kesişme olmadığı için, eş merkezli üç adet iç içe geçmiş silindirler (concentric cylinder) şeklinde yapı oluşmuştur. En dış katmanından en iç katmanına doğru, katmanların dış yüzeyinde bir basınç oluştuğu gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda ortaya çıkan yapının en iç çapı etkilenerek katmanları kilitlenmiş (geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı 1x1 ve 3x1 önşekiller) yapılara kıyasla en iç çap değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 2Kat(3Kat)S+1Kat A 4x1 önşekilde ipliklerin 2Kat(3Kat)S+1Kat A 2x1 önşekile göre daha uzun atlamalı olduğu tespit edilmiştir. 2Kat(3Kat)S+1Kat A 4x1 önşekilde ipliklerin uzun atlamalı olması nedeni ile aksiyal ipliklerde lokal konum değişikliği olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A 4x1 yapıda, her bir katman saç örgü şeklinde elde edildikten sonra birbirleri içerisinden ayrılıp bağımsız tek katlı saç örgü yapısı gibi göz önüne alınabilir ve her katmanındaki saç örgü açısı (düzlem dışı açı), iplik uzunlukları, sıklık değerlerinin birbirine eş değer olmayacağı söylenebilir. Ayrıca her katmanın açılma koşullarında (maksimum - minimum) birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her bir katmanın katlar kilitlenmediği için diğer katman tarafından kısıtlanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en içteki katmanın açılma koşullarındaki boyutları, onun dışındaki katmanlar tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.43. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 4x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.44. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 4x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.64. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 4x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	5	30	4	26.0	10.5	27.61	3	6
Minimum	5	30	4	27.5	10.0	35.13	4	6
Maksimum	5	30	4	23.5	13.0	26.23	3	4

Tablo 3.65. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1KatA 4x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	5	30	4	8.0	27.61	5.3
Minimum	5	30	4	10.0	35.13	3.5
Maksimum	5	30	4	7.5	26.23	6.0

Tablo 3.66. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1katA 4x1] örneğinin açısı ile ilgili verileri.

Yapı	Açısı İle İlgili Parametreler						
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açısı		Helis Açısı	Aksiyal Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°		
Normal Şart	5×30	35	35	10	10	55	0
Minimum	5×30	30	30	16	16	60	0
Maksimum	5×30	46	46	6	6	44	0

3.1.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Örneğiller (Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler

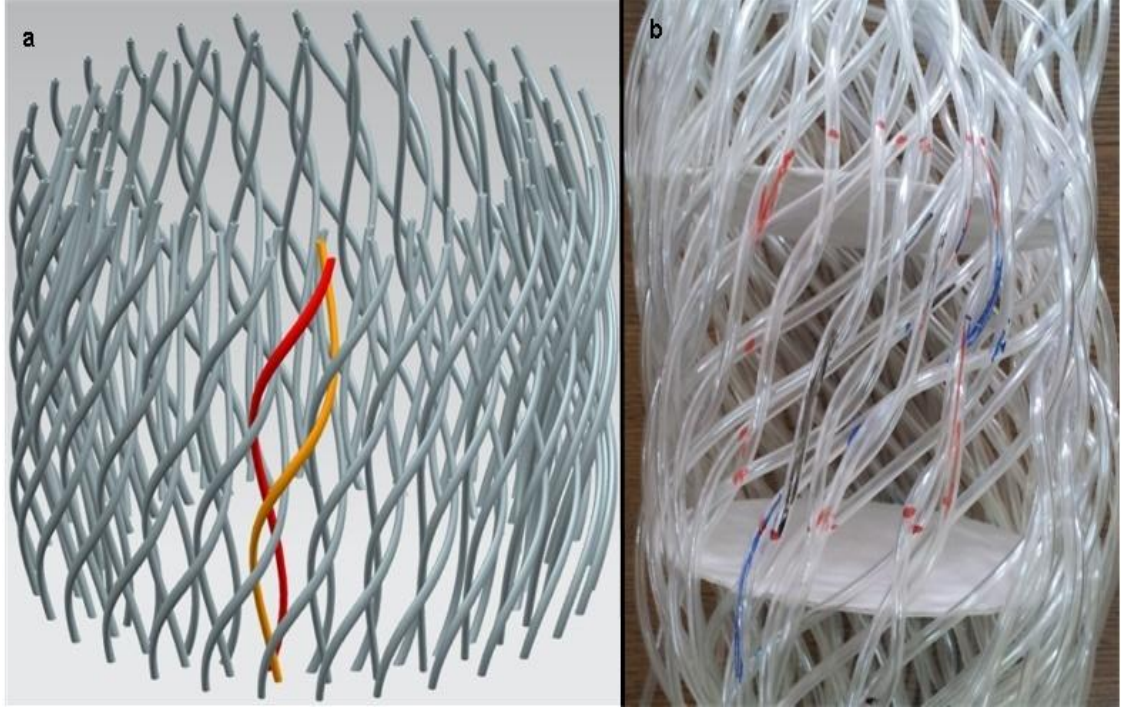
Bu çalışmada yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü örneğillerde, geliştirilen aparat üzerinde toplam olarak 14 adet yapı üretilmiştir. Üretilen her bir yapının

bilgisayar çizimlerinde UNIGRAPHICS NX8 programı kullanılmıştır. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yönteminde $+θ$ yönündeki iplikler zig-zag (Z şeklinde) formunda komşu iplik setleri ile kesişme yaparak yapıya tutunurken, aynı şekilde $-θ$ yönündeki iplikler zig-zag (S şeklinde) formunda komşu iplik setleri ile kesişme yaparak yapıya tutunduğu gözlemlenmiştir. Çap doğrultusunda düşünülecek olursa $+θ$ yönündeki iplik setleri saat ibresinin tersi yönünde, $-θ$ yönündeki iplik setlerinin ise saat ibresi yönünde yapı içerisinde kesişme yaptığı gözlemlenmiştir. İnce yapılarda (2Kat(3Kat) - 3Kat(4Kat)) zig-zag şeklindeki (Z ve S) kesişmeler yapı yüzeyinin düzleminde yer aldığı gözlemlenmiştir. Kalın yapılarda (4Kat(5Kat) - 9Kat(10Kat)) ise zig-zag şeklindeki (Z ve S) kesişmelerin yapının kalınlığında bir arada olduğu ve yapının düzlem dışında (out-of plane) yer aldığı tespit edilmiştir. Saç örgü iplik setleri, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü yapılarda yapının iç yüzeyinden kalınlığına ve oradan da dış yüzeyine, yapının dış yüzeyinden yapı kalınlığına ve oradan da iç yüzeyine hareket ederken bu hareket yapının uzunluğu boyunca helis formunda gerçekleşmektedir. Yani saç örgü ipliği yapıyı çepeçevre dolaşarak, düzlemde (iç ve dış yüzey) ve düzlem dışında (helis formunda) yer aldığı gözlemlenmiştir. Fakat Bilişik yönteminde + ve - saç örgü iplikleri düzlemde (iç ve dış yüzey) ve düzlem dışında zig-zag şeklinde (Z ve S) kesişmeler yaparak yapı oluşurken bu iplikler yapı uzunluğu boyunca geleneksel saç örgülü yapılara göre farklı bir helis meydana getirmektedir.

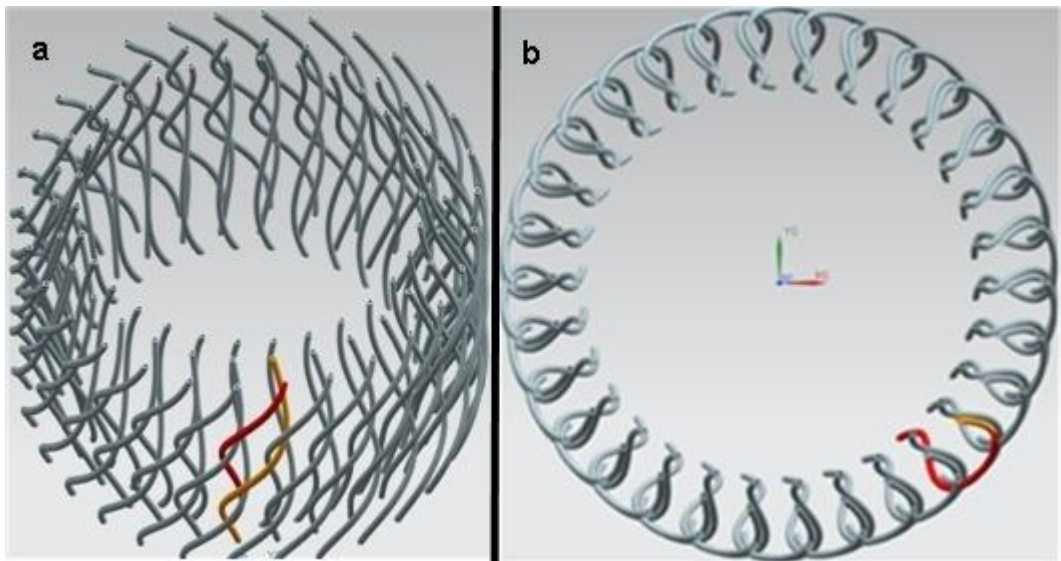
3.1.3.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.45'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.46'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.67'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.68'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.69'da verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat) 1x1 önşekilde, $+θ$ saç örgü iplikleri ve $-θ$ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir ve saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formulu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ettiği tespit edilmiştir. Maksimum açılma koşulunda $±θ$ saç örgü ipliklerinin komşu

iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.45. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.46. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.67. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	4	30	3	26.0	15.5	16.03	4
Minimum	4	30	3	27.5	13.5	18.27	5
Maksimum	4	30	3	24.0	17.6	14.20	3

Tablo 3.68. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)	
Normal Şart	4	30	3	11.5	16.03	4.7	
Minimum	4	30	3	12.0	18.27	4.0	
Maksimum	4	30	3	10.5	14.20	6.8	

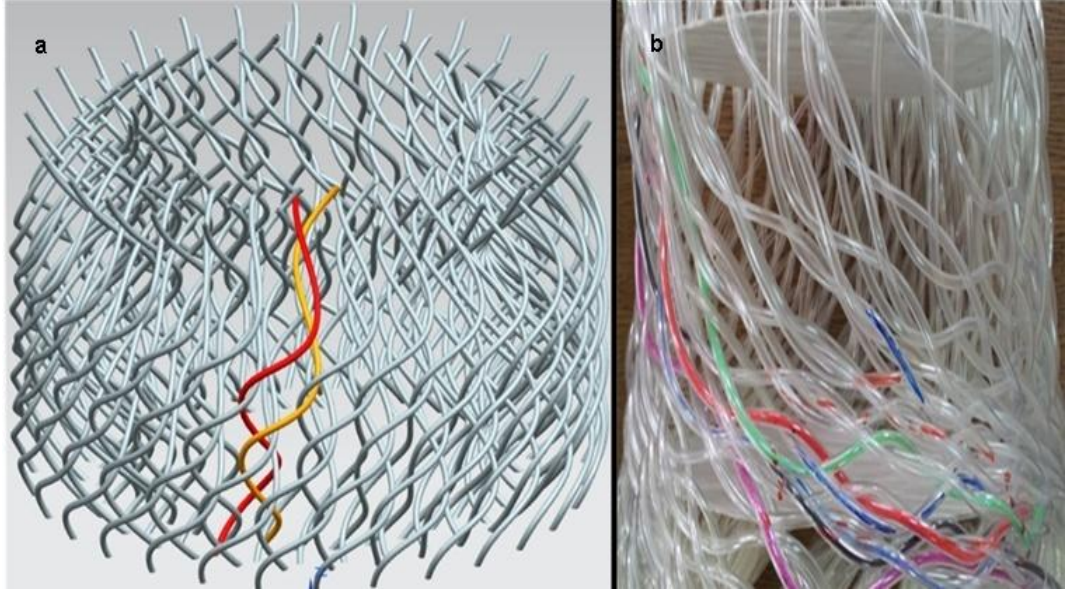
Tablo 3.69. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] öñşekilin açđ ile ilgili verileri.

Yapı	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açđ		Helis Açısı θ_h°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°	
Normal Şart	4×30	20	20	20	20	70
Minimum	4×30	15	15	22	22	75
Maksimum	4×30	20	20	13	13	70

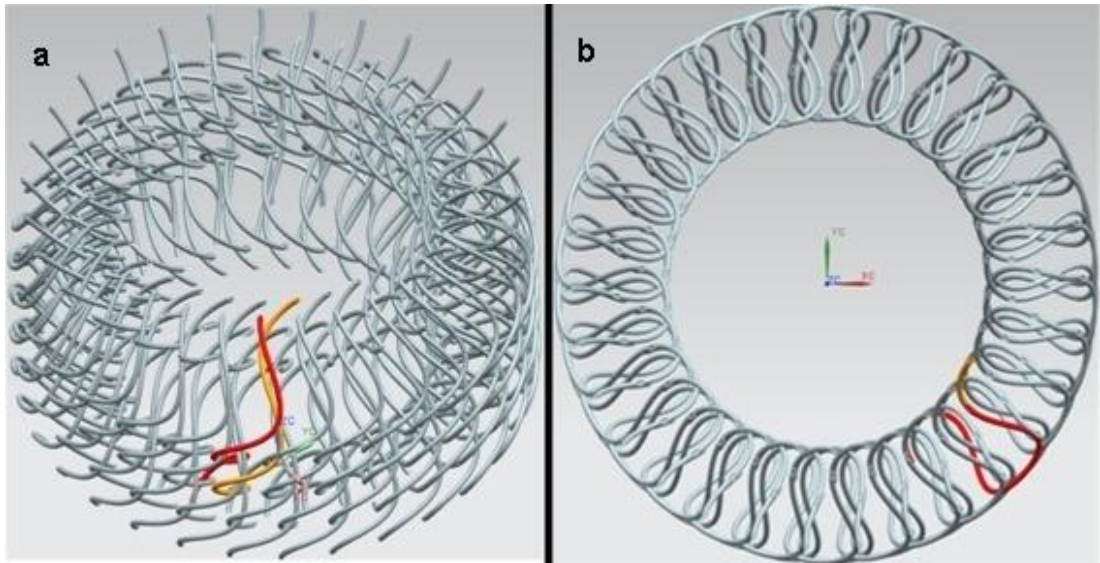
3.1.3.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [3Kat (4Kat) 1x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.47'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.48'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.70'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.71'de ve açđ ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.72'de verilmiştir. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 3Kat(4Kat) 1x1 öñşekilde, + θ saç örgü iplikleri ve - θ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir ve

saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formulu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ettiği tespit edilmiştir. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.47. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.48. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat(4kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.70. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	5	30	4	26.0	22.2	17.13	3
Minimum	5	30	4	27.5	20.0	20.71	4
Maksimum	5	30	4	23.0	25.5	15.41	2

Tablo 3.71. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	5	30	4	12.0	17.13	3.0
Minimum	5	30	4	12.5	20.71	2.5
Maksimum	5	30	4	11.0	15.41	4.0

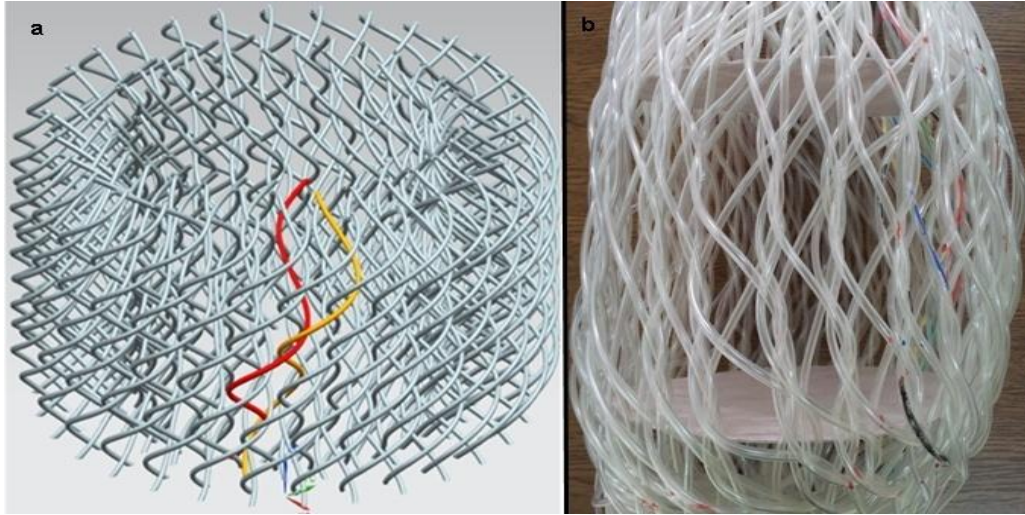
Tablo 3.72. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.

Yapı	Açı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	5×30	30	30	28	28	60
Minimum	5×30	20	20	30	30	70
Maksimum	5×30	30	30	15	15	60

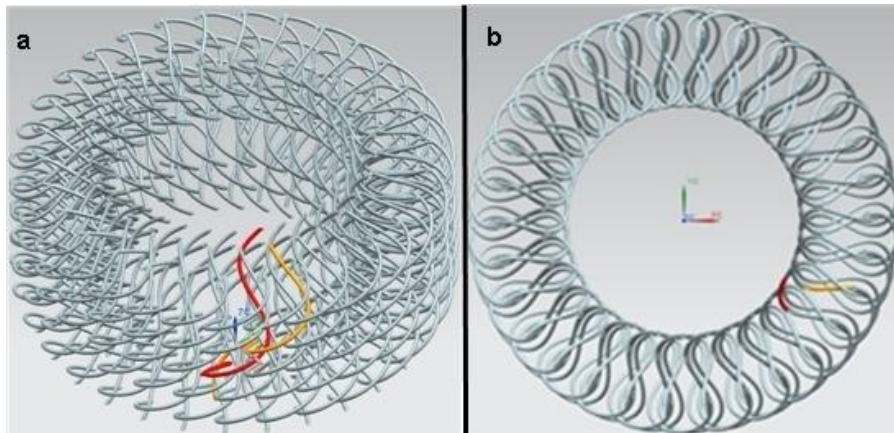
3.1.3.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.49'da, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.50'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.73'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.74'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.75'de verilmiştir. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 4Kat(5Kat) 1x1 önşekilde, + θ saç örgü iplikleri ve - θ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir ve saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-

zag formulu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ettiği tespit edilmiştir. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda (4Kat(5Kat) - 9Kat(10Kat)) düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.49. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.50. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [4kat(5kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.73. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	6	30	5	26.0	25.2	23.02	3
Minimum	6	30	5	27.5	21.5	27.31	4
Maksimum	6	30	5	25.5	28.5	20.72	2

Tablo 3.74. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	6	30	5	17.0	23.02	6.0
Minimum	6	30	5	18.0	27.31	3.5
Maksimum	6	30	5	16.5	20.72	9.0

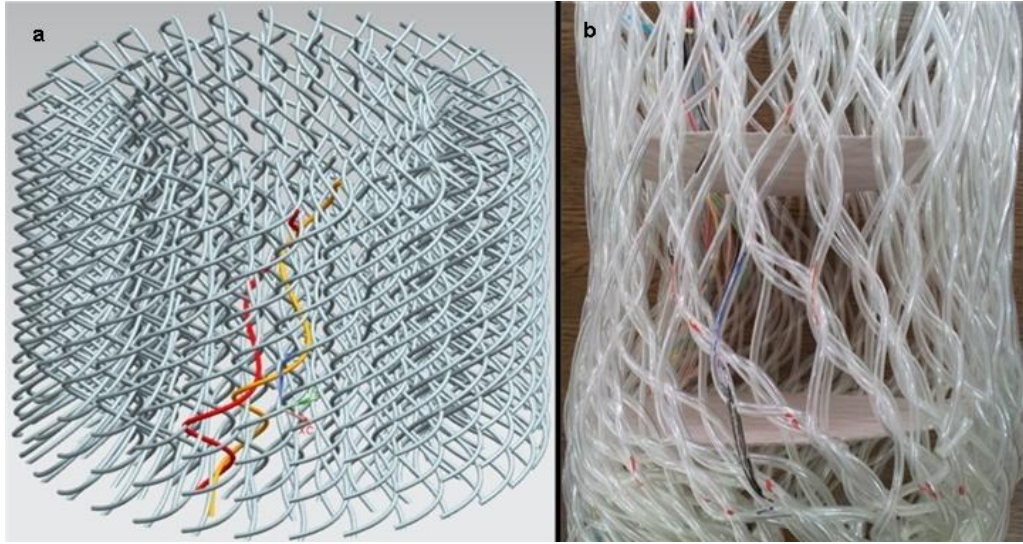
Tablo 3.75. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [4kat (5kat) 1x1] öñşekilin açı ile ilgili verileri.

Yapı	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı θh°
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	6×30	15	15	22	22	75
Minimum	6×30	10	10	30	30	80
Maksimum	6×30	30	30	20	20	60

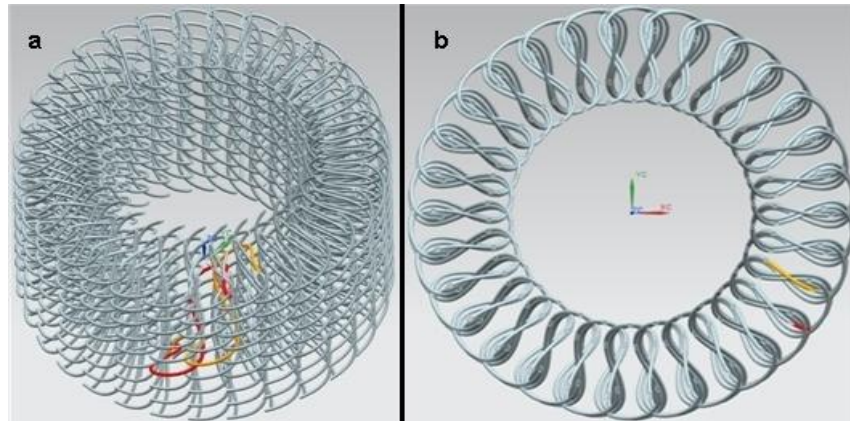
3.1.3.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [5Kat (6Kat) 1x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.51'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.52'de verilmiştir. Yapı ile ilgili parametreleri Tablo 3.76'da, birim hücre ile ilgili parametreleri Tablo 3.77'de ve açı ile ilgili parametreleri ise Tablo 3.78'de verilmiştir. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli 5Kat(6Kat) 1x1 öñşekilde, + θ saç örgü iplikleri ve - θ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir ve saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag

formlu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ettiği tespit edilmiştir. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda (4Kat(5Kat) - 9Kat(10Kat)) düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.51. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [5kat(6kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.52. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [5kat(6kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.76. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 1x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	7	30	6	26.0	25.5	27.11	3
Minimum	7	30	6	27.0	22.2	30.55	4
Maksimum	7	30	6	25.5	28.5	24.00	2

Tablo 3.77. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 1x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	7	30	6	18.0	27.11	6.5
Minimum	7	30	6	18.5	30.55	4.5
Maksimum	7	30	6	17.5	24.00	7.5

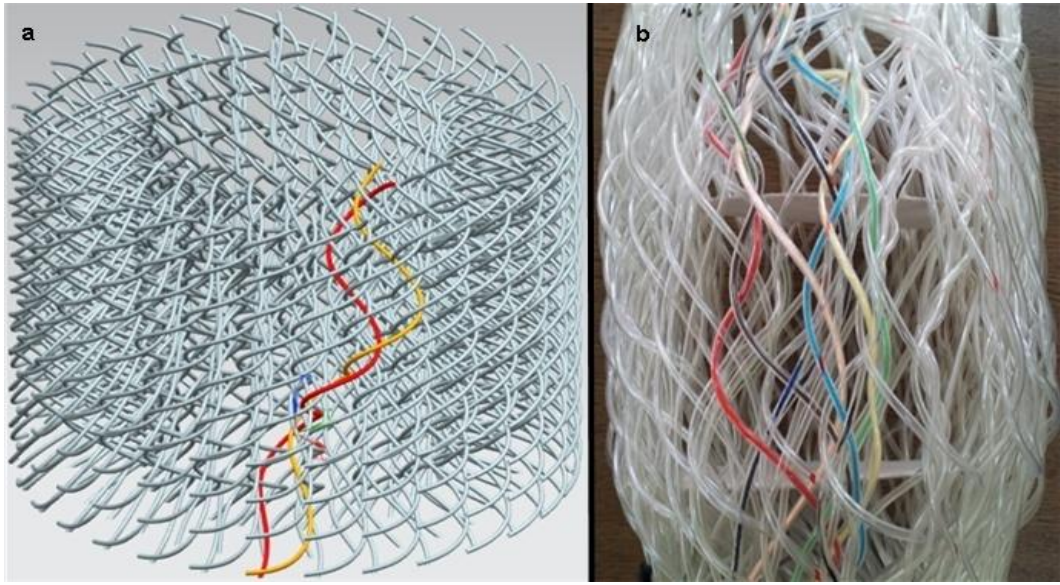
Tablo 3.78. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 1x1] öñşekilin açđ ile ilgili verileri.

Yapı	Açđ İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açđ		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	7×30	20	20	18	18	70
Minimum	7×30	15	15	20	20	75
Maksimum	7×30	40	40	17	17	50

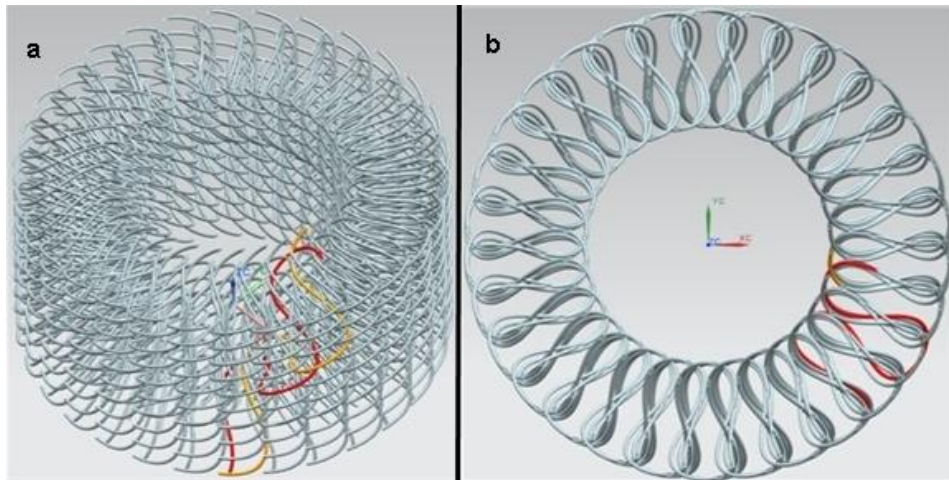
3.1.3.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [6Kat (7Kat) 1x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.53'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.54'de verilmiştir. Yapı ile ilgili parametreleri Tablo 3.79'da, birim hücre ile ilgili parametreleri Tablo 3.80'de ve açđ ile ilgili parametreleri ise Tablo 3.81'de verilmiştir. Bilişik yöntemli 6Kat(7Kat) 1x1 öñşekilde, + θ ve - θ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir ve saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formulu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ettiği tespit edilmiştir. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü

ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.53. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [6kat(7kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.



Şekil 3.54. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [6kat(7kat) 1x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.79. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi [6kat (7kat) 1x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	8	30	7	26.0	27.7	35.24	3
Minimum	8	30	7	28.0	21.5	39.05	4
Maksimum	8	30	7	25.0	33.2	28.65	2

Tablo 3.80. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi [6kat (7kat) 1x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	8	30	7	20.3	35.24	7.0
Minimum	8	30	7	21.0	39.05	4.5
Maksimum	8	30	7	19.0	28.65	8.5

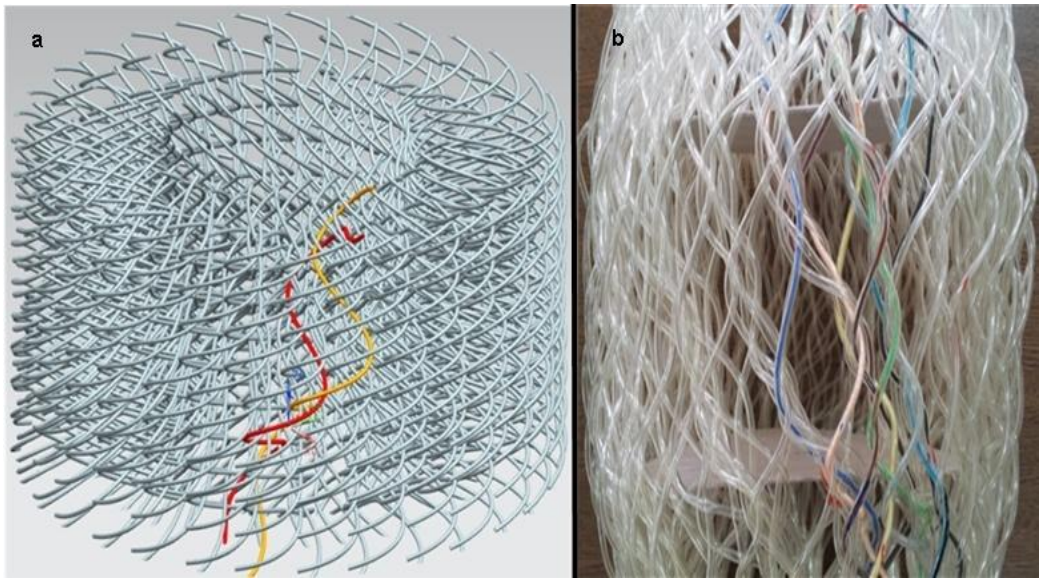
Tablo 3.81. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi [6kat (7kat) 1x1] öñşekilin açılı ile ilgili verileri.

Yapı	Açılı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açılı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	8×30	35	35	22	22	55
Minimum	8×30	25	25	28	28	65
Maksimum	8×30	42	42	17	17	48

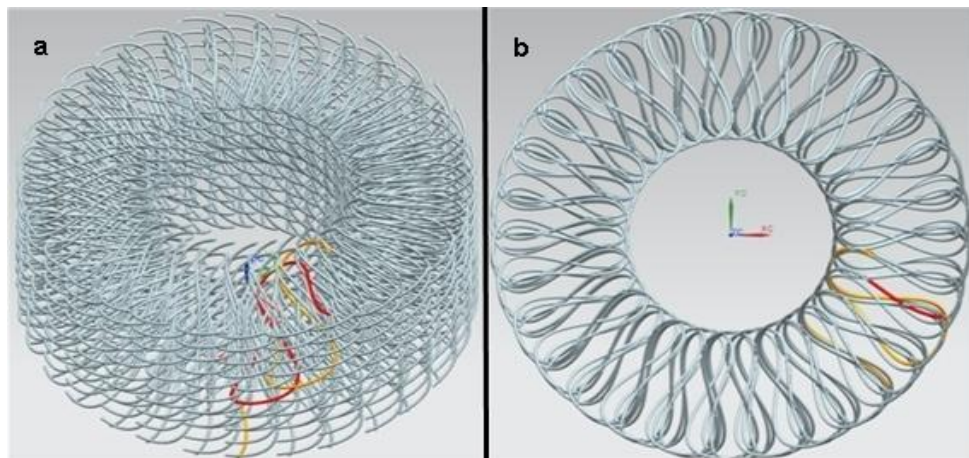
3.1.3.6. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [7Kat (8Kat) 1x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.55'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.56'da verilmiştir. Yapı ile ilgili parametreleri Tablo 3.82'de, birim hücre ile ilgili parametreleri Tablo 3.83'de ve açılı ile ilgili parametreleri ise Tablo 3.84'de verilmiştir. 7Kat(8Kat) 1x1 öñşekilde, + θ ve - θ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir ve saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formulu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam

ettiği tespit edilmiştir. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda (4Kat(5Kat) - 9Kat(10Kat)) düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.55. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [7kat(8kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.56. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [7kat(8kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.82. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	9	30	8	26.0	27.9	38.61	2
Minimum	9	30	8	27.7	22.0	41.87	3
Maksimum	9	30	8	25.0	34.0	35.61	2

Tablo 3.83. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	9	30	8	20.5	38.61	3.5
Minimum	9	30	8	21.0	41.87	3.2
Maksimum	9	30	8	20.0	35.61	4.0

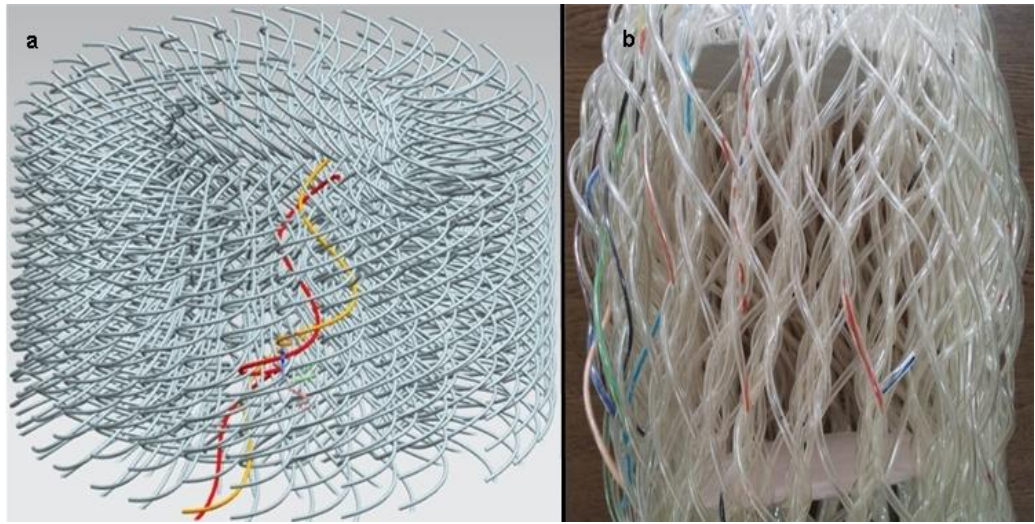
Tablo 3.84. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] öñşekilin açđ ile ilgili verileri.

Yapı	Açđ İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açđ		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	9×30	35	35	22	22	55
Minimum	9×30	25	25	22	22	65
Maksimum	9×30	44	44	18	18	46

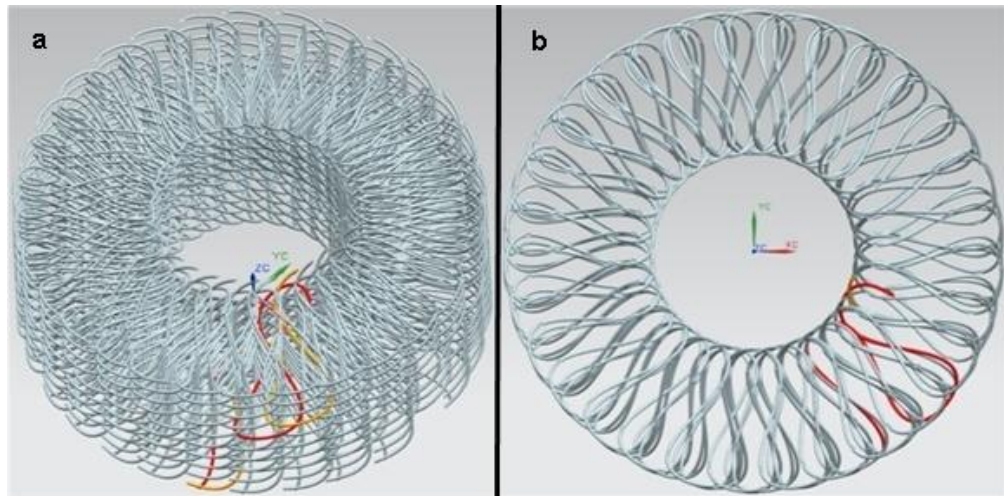
3.1.3.7. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [8Kat (9Kat) 1x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.57'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.58'de verilmiştir. Yapı ile ilgili parametreleri Tablo 3.85'de, birim hücre ile ilgili parametreleri Tablo 3.86'da ve açđ ile ilgili parametreleri ise Tablo 3.87'de verilmiştir. 8Kat(9Kat) 1x1 öñşekilde, + θ ve - θ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir ve saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam

ettiği tespit edilmiştir. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda (4Kat(5Kat) - 9Kat(10Kat)) düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.57. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [8kat(9kat) 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.58. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [8kat(9kat) 1x1] öñşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.85. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	10	30	9	26.0	29.5	44.81	2
Minimum	10	30	9	27.0	24.0	49.22	3
Maksimum	10	30	9	25.0	35.0	39.32	2

Tablo 3.86. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	10	30	9	21.0	44.81	13.5
Minimum	10	30	9	22.0	49.22	11.0
Maksimum	10	30	9	20.0	39.32	15.0

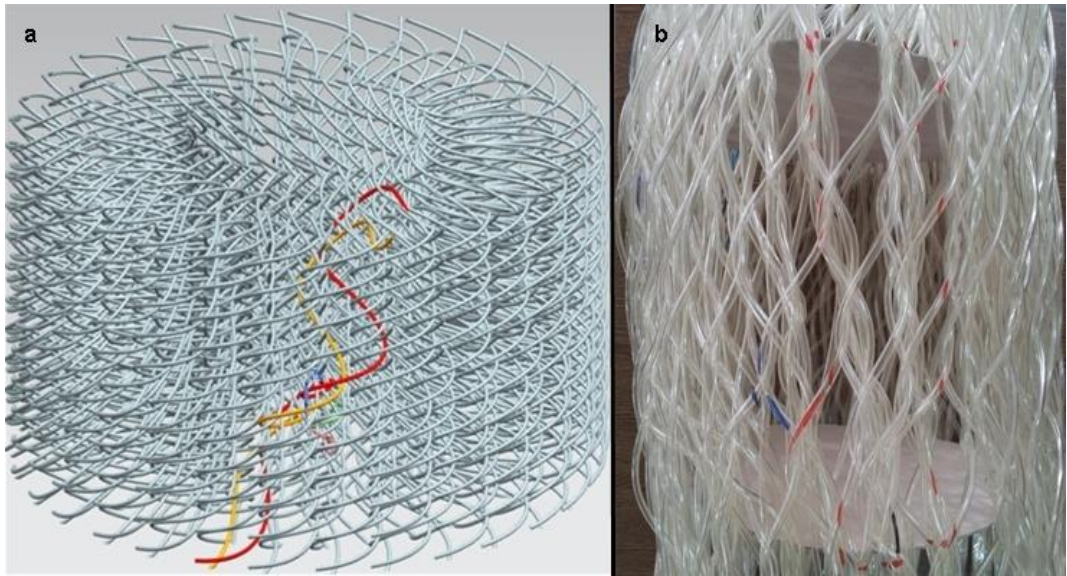
Tablo 3.87. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.

Yapı	Açı İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	10×30	40	40	24	24	50
Minimum	10×30	30	30	25	25	60
Maksimum	10×30	40	40	17	17	50

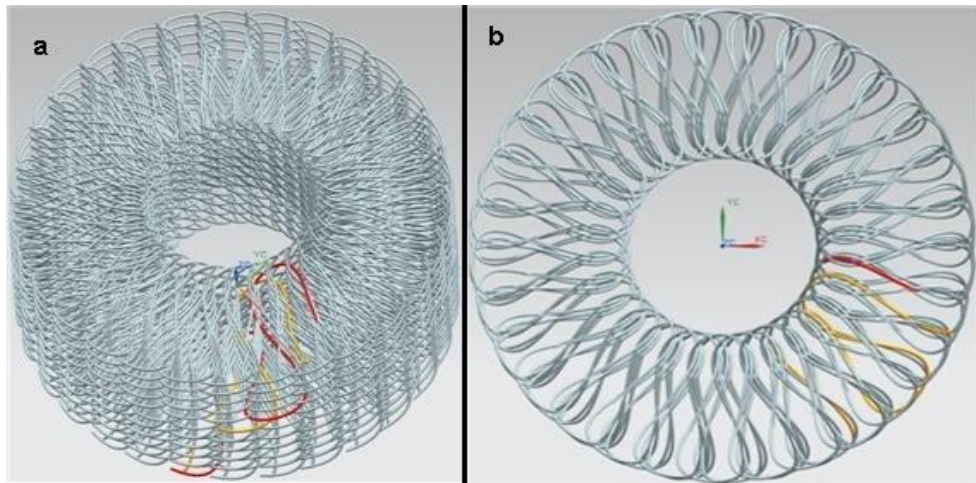
3.1.3.8. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.59'da, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.60'da verilmiştir. Yapı ile ilgili parametreleri Tablo 3.88'de, birim hücre ile ilgili parametreleri Tablo 3.89'da ve açı ile ilgili parametreleri ise Tablo 3.90'da verilmiştir. 9Kat(10Kat) 1x1 önşekilde, +θ ve -θ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir ve saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam

ettiği tespit edilmiştir. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda (4Kat(5Kat) - 9Kat(10Kat)) düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.59. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [9kat(10kat) 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.



Şekil 3.60. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [9kat(10kat) 1x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.88. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	11	30	10	26.0	29.5	59.34	2
Minimum	11	30	10	27.0	23.0	62.24	3
Maksimum	11	30	10	25.0	35.5	45.80	2

Tablo 3.89. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	11	30	10	26.0	59.34	11.0
Minimum	11	30	10	27.0	62.24	9.0
Maksimum	11	30	10	25.3	45.80	14.0

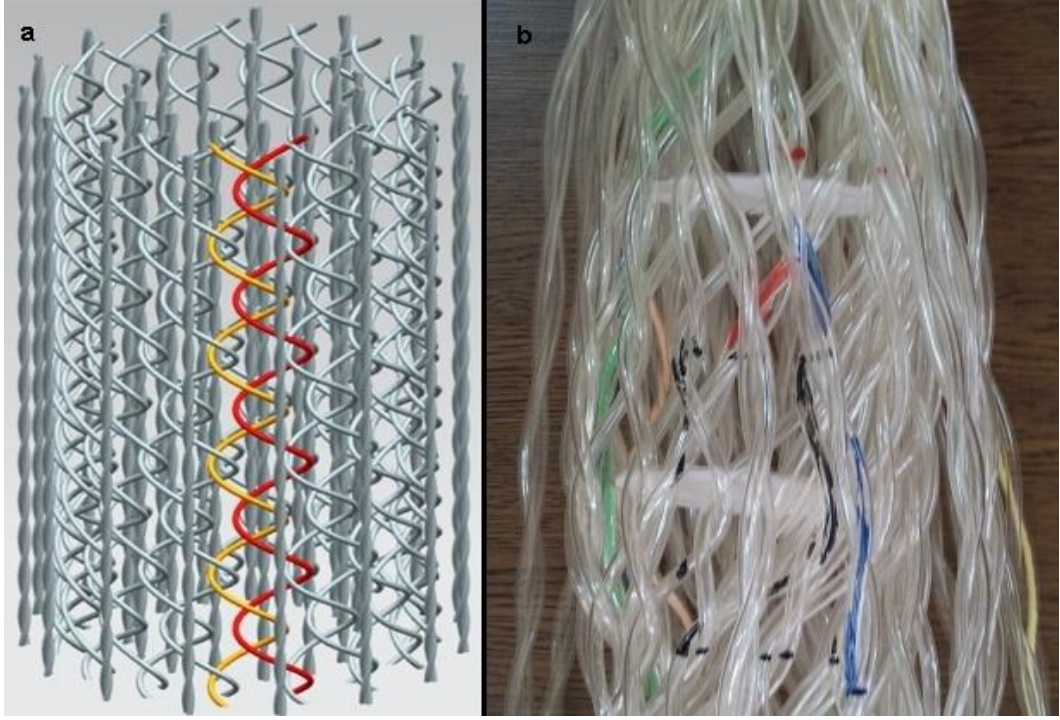
Tablo 3.90. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] öñşekilin açđ ile ilgili verileri.

Yapı	Açđ İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açđ		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	11×30	40	40	20	20	50
Minimum	11×30	35	35	22	22	55
Maksimum	11×30	40	40	17	17	50

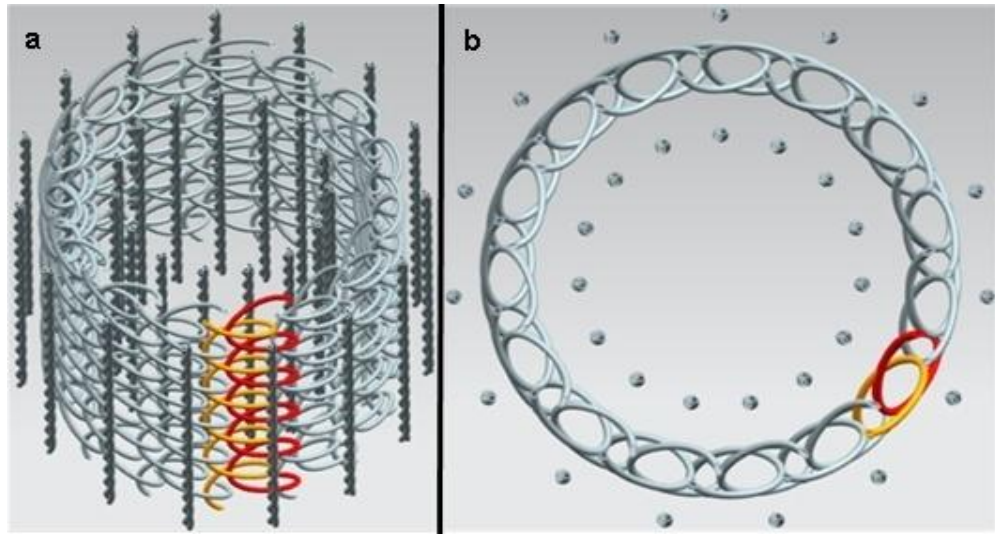
3.1.3.9. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [2Kat (3Kat) 2x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.61'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.62'de verilmiştir. Yapı ile ilgili parametreleri Tablo 3.91'de, birim hücre ile ilgili parametreleri Tablo 3.92'de ve açđ ile ilgili parametreleri ise Tablo 3.93'de verilmiştir. 2Kat(3Kat) 2x1 öñşekilde katmanlar arasında herhangi bir bağlantı bulunmamakla birlikte en iç katman ve en dış katman dışında kalan katman Bilişik yöntemi gibi kesişmeler meydana getirerek yapıyı oluşturmuştur. Ayrıca en dış ve en iç katmanda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinde her bir $+\theta$ saç örgü ipliği $-\theta$ saç örgü ipliği üzerinde tam bir dönüş yaparak birbirleri ile katlı iplik

oluşturmuşlardır. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.61. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat(3kat) 2x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.



Şekil 3.62. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat(3kat) 2x1] önşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.91. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 2x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler							
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart (Dış Katman)	4	30	3	26.0	11.5	23.97	2
Normal Şart (İç Katman)	4	30	3	26.0	10.5	17.71	3
Minimum (Dış Katman)	4	30	3	26.0	7.7	29.32	3
Minimum (İç Katman)	4	30	3	27.0	6.7	26.50	4
Maksimum (Dış Katman)	4	30	3	26.0	13.5	22.07	2
Maksimum (İç Katman)	4	30	3	24.5	12.7	15.70	3

Tablo 3.92. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 2x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

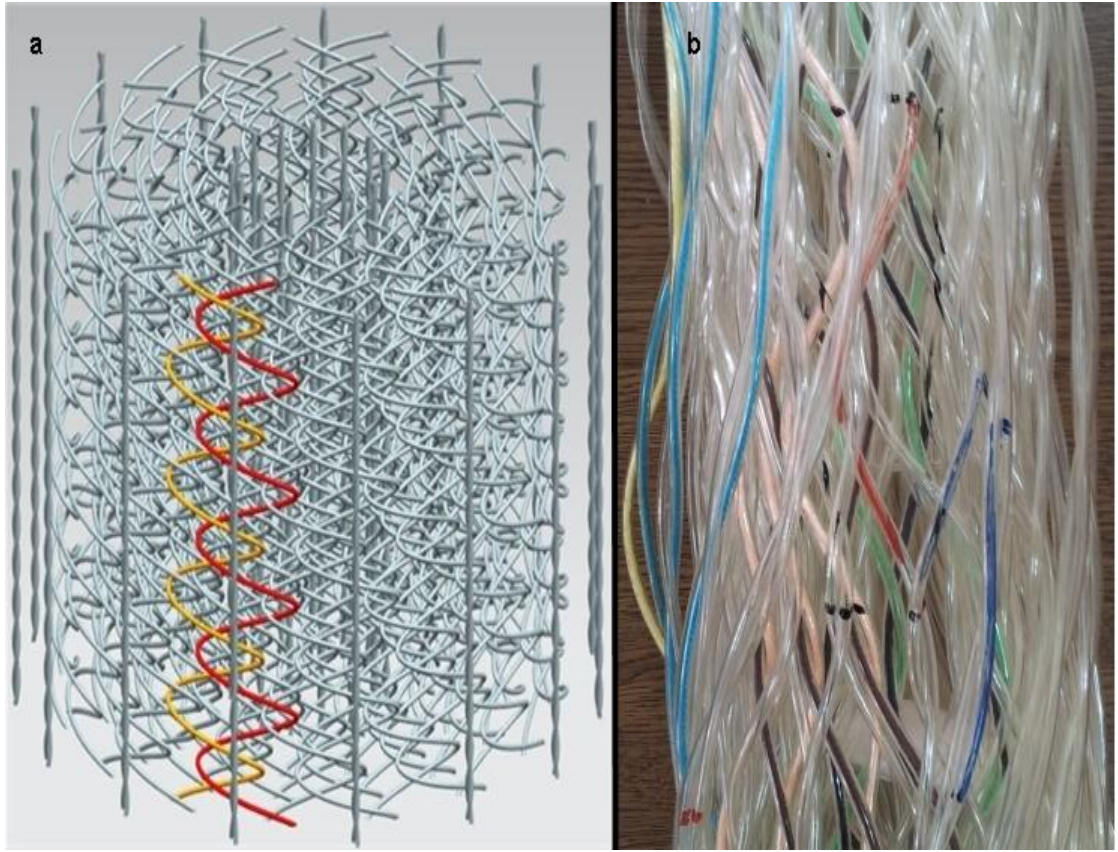
Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart (Dış Katman)	4	30	3	6.7	23.97	0.6
Normal Şart (İç Katman)	4	30	3	8.0	17.71	4.0
Minimum (Dış Katman)	4	30	3	6.7	29.32	0.5
Minimum (İç Katman)	4	30	3	9.0	26.50	2.5
Maksimum (Dış Katman)	4	30	3	6.7	22.07	0.5
Maksimum (İç Katman)	4	30	3	7.3	15.70	4.7

Tablo 3.93. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 2x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

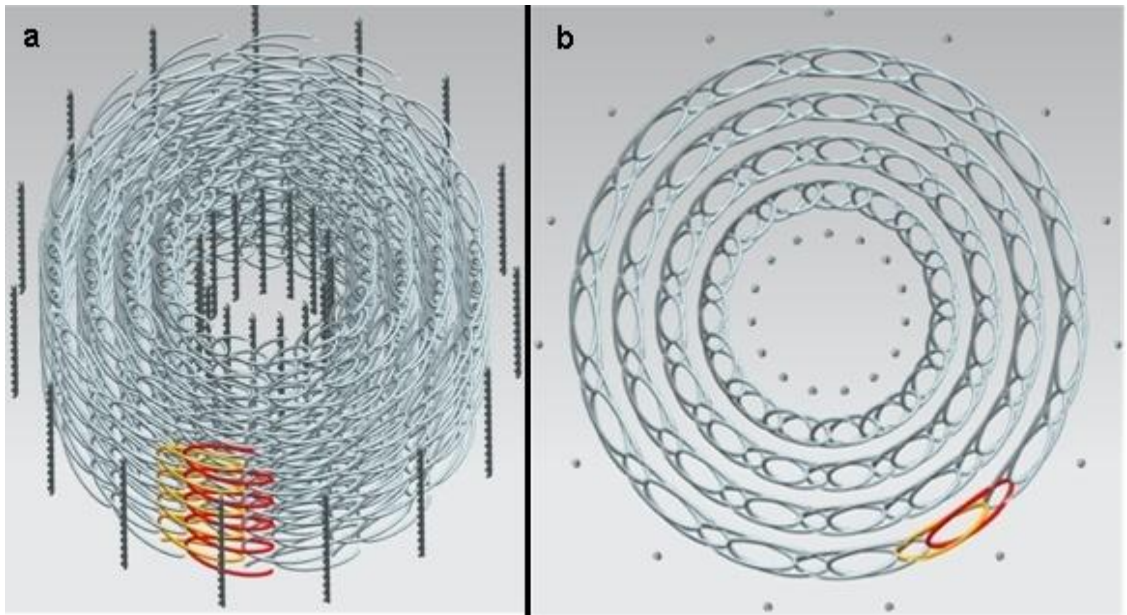
Yapı	C×R	Açılı İle İlgili Parametreler				
		Yüzey Açılısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılısı θ_h°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°	
Normal Şart (Dış Katman)	4×30	5	5	5	5	85
Normal Şart (İç Katman)	4×30	25	25	27	27	65
Minimum (Dış Katman)	4×30	5	5	5	5	85
Minimum (İç Katman)	4×30	10	10	28	28	80
Maksimum (Dış Katman)	4×30	5	5	5	5	85
Maksimum (İç Katman)	4×30	35	35	13	13	55

3.1.3.10. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat) 2x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.63'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.64'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.94'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.95'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.96'da verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 5Kat(6Kat) 2x1 önşekilde katmanlar arasında herhangi bir bağlantı bulunmamakla birlikte en iç katman ve en dış katman dışında kalan katmanlar (2, 3, 4, 5 numaralı katmanlar) Bilişik yöntemi gibi kesişmeler meydana getirerek yapıyı oluşturmuştur. Ayrıca en dış ve en iç katmanda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinde her bir $+\theta$ saç örgü ipliği $-\theta$ saç örgü ipliği üzerinde tam bir dönüş yaparak birbirleri ile katlı iplik oluşturmuşlardır. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda (5Kat(6Kat) 2x1 ve 8Kat(9Kat) 2x1) düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.63. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.64. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.94. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler							
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart (Dış Katman)	7	30	6	26.0	14.2	49.25	2
Normal Şart (İç Katman)	7	30	6	26.0	13.2	42.87	3
Minimum (Dış Katman)	7	30	6	26.0	11.0	51.76	3
Minimum (İç Katman)	7	30	6	27.0	10.0	47.65	4
Maksimum (Dış Katman)	7	30	6	26.0	19.0	42.30	2
Maksimum (İç Katman)	7	30	6	23.5	18.0	37.34	2

Tablo 3.95. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

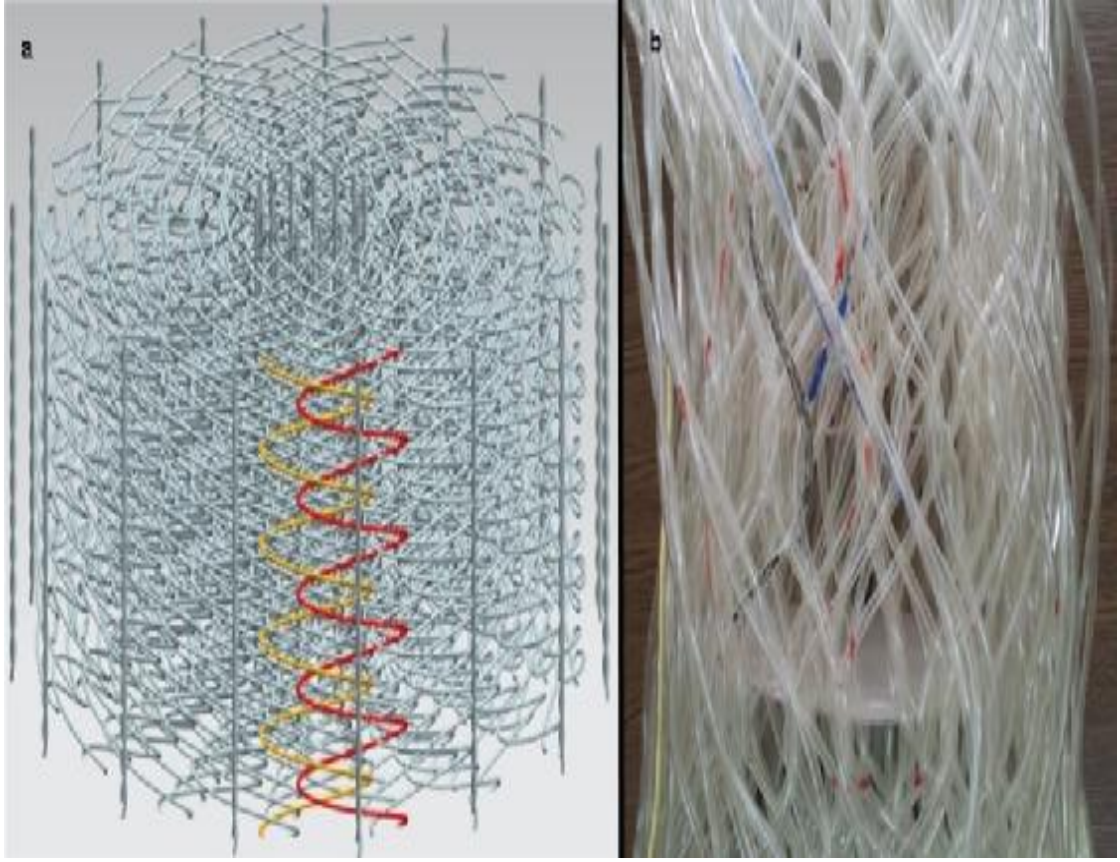
Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart (Dış Katman)	7	30	6	9.0	49.25	0.5
Normal Şart (İç Katman)	7	30	6	12.0	42.87	3.0
Minimum (Dış Katman)	7	30	6	9.0	51.76	0.5
Minimum (İç Katman)	7	30	6	12.5	47.65	2.0
Maksimum (Dış Katman)	7	30	6	9.0	42.30	0.5
Maksimum (İç Katman)	7	30	6	11.2	37.34	5.0

Tablo 3.96. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [5kat (6kat) 2x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

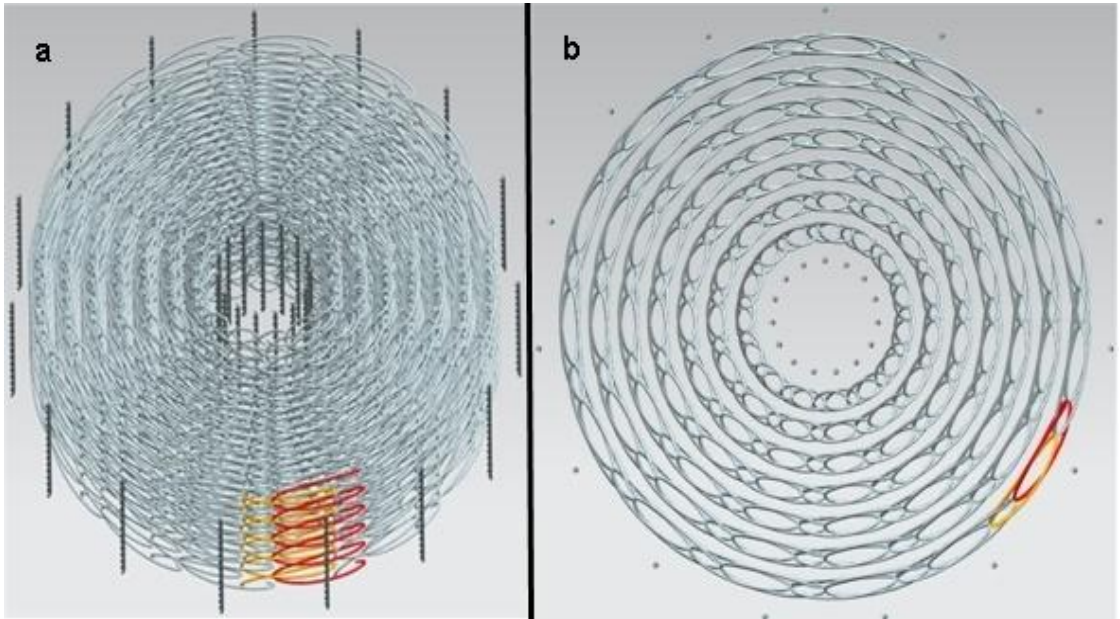
Yapı	C×R	Açılı İle İlgili Parametreler				
		Yüzey Açılı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	θh°
Normal Şart (Dış Katman)	7×30	5	5	7	7	85
Normal Şart (İç Katman)	7×30	30	30	24	24	60
Minimum (Dış Katman)	7×30	5	5	7	7	85
Minimum (İç Katman)	7×30	20	20	24	24	70
Maksimum (Dış Katman)	7×30	5	5	7	7	85
Maksimum (İç Katman)	7×30	40	40	14	14	50

3.1.3.11. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [8Kat (9Kat) 2x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.65'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.66'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.97'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.98'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.99'da verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 8Kat(9Kat) 2x1 önşekilde katmanlar arasında herhangi bir bağlantı bulunmamakla birlikte en iç katman ve en dış katman dışında kalan katmanlar (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 numaralı katmanlar) Bilişik yöntemi gibi kesişmeler meydana getirerek yapıyı oluşturmuştur. Ayrıca en dış ve en iç katmanda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinde her bir $+\theta$ saç örgü ipliği $-\theta$ saç örgü ipliği üzerinde tam bir dönüş yaparak birbirleri ile katlı iplik oluşturmuşlardır. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda (5Kat(6Kat) 2x1 ve 8Kat(9Kat) 2x1) düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.65. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekilin
a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.



Şekil 3.66. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekilin
a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.97. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler							
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart (Dış Katman)	10	30	9	26.0	15.5	53.02	2
Normal Şart (İç Katman)	10	30	9	26.0	14.5	44.66	3
Minimum (Dış Katman)	10	30	9	26.0	11.5	59.25	2
Minimum (İç Katman)	10	30	9	27.0	10.5	50.02	4
Maksimum (Dış Katman)	10	30	9	26.0	21.7	44.00	1
Maksimum (İç Katman)	10	30	9	25.0	20.2	40.23	2

Tablo 3.98. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

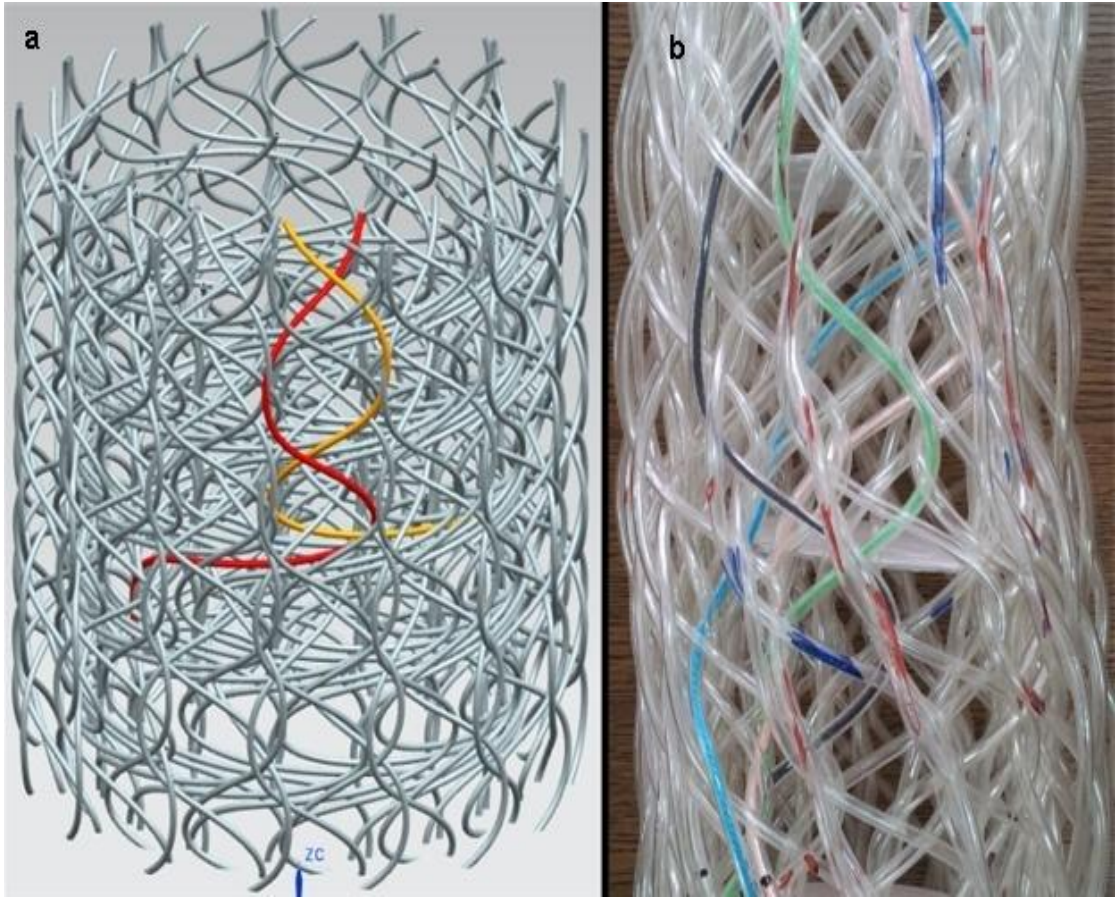
Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Geniştirliği (cm)
Normal Şart (Dış Katman)	10	30	9	17.0	53.02	0.5
Normal Şart (İç Katman)	10	30	9	16.0	44.66	5.0
Minimum (Dış Katman)	10	30	9	17.0	59.25	0.5
Minimum (İç Katman)	10	30	9	17.0	50.02	3.5
Maksimum (Dış Katman)	10	30	9	17.0	44.00	0.5
Maksimum (İç Katman)	10	30	9	15.0	40.23	8.0

Tablo 3.99. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 2x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

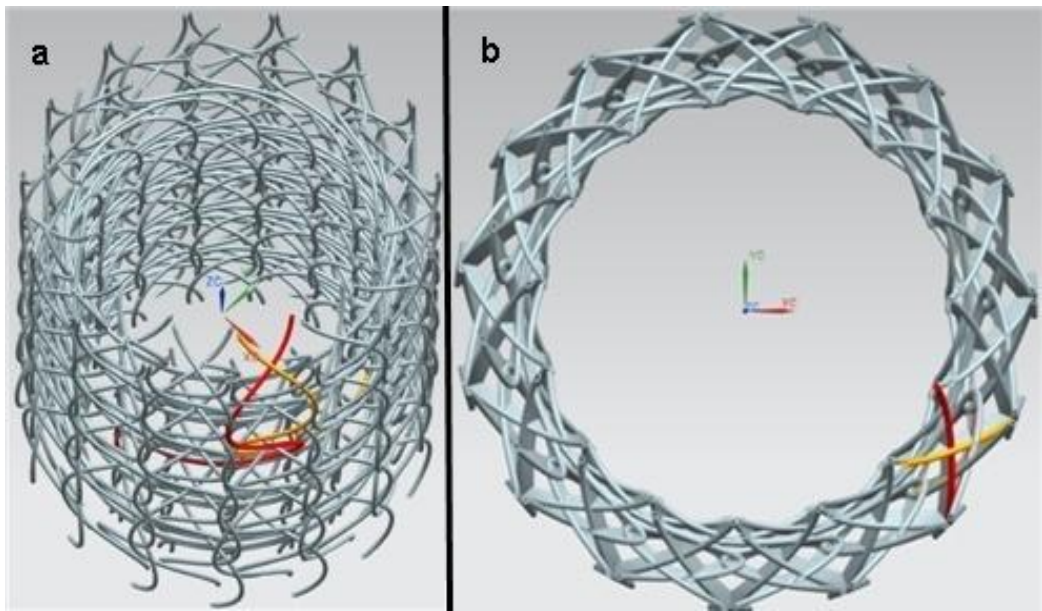
Yapı	C×R	Açılı İle İlgili Parametreler				
		Yüzey Açılısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılısı θh°
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart (Dış Katman)	10×30	5	5	8	8	85
Normal Şart (İç Katman)	10×30	25	25	20	20	65
Minimum (Dış Katman)	10×30	5	5	8	8	85
Minimum (İç Katman)	10×30	18	18	20	20	72
Maksimum (Dış Katman)	10×30	5	5	8	8	85
Maksimum (İç Katman)	10×30	30	30	16	16	60

3.1.3.12. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 3x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.67'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.68'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.100'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.101'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.102'de verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat) 3x1 önşekilde, + θ saç örgü iplikleri ve - θ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir ve saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ettiği tespit edilmiştir. 2Kat(3Kat) 3x1 önşekilde ipliklerin 2Kat(3Kat) 1x1 önşekile göre daha uzun atlamalı olduğu tespit edilmiştir. 2Kat(3Kat) 3x1 önşekilde ipliklerin uzun atlamalı olması nedeni ile yapının daha geniş gözenekli ve yapı yüzeyinin daha pürüzlü olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca ipliklerdeki uzun atlamaların yapıyı daha rijit (stiff) yaptığı ve bununda açılma koşullarını (maksimum - minimum) etkilediği tespit edilmiştir.



Şekil 3.67. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] öñşekilin
a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.68. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] öñşekilin
a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.100. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5 cm'deki)
Normal Şart	4	30	3	26.0	10.0	35.14	3
Minimum	4	30	3	27.2	8.1	37.33	4
Maksimum	4	30	3	24.2	14.0	25.80	2

Tablo 3.101. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	4	30	3	26.3	35.14	4.5
Minimum	4	30	3	28.0	37.33	3.7
Maksimum	4	30	3	24.0	25.80	6.0

Tablo 3.102. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 3x1] öñşekilin açđ ile ilgili verileri.

Yapı	Açđ İle İlgili Parametreler					
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açđ		Helis Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	
Normal Şart	4×30	20	20	17	17	70
Minimum	4×30	15	15	28	28	75
Maksimum	4×30	25	25	23	23	65

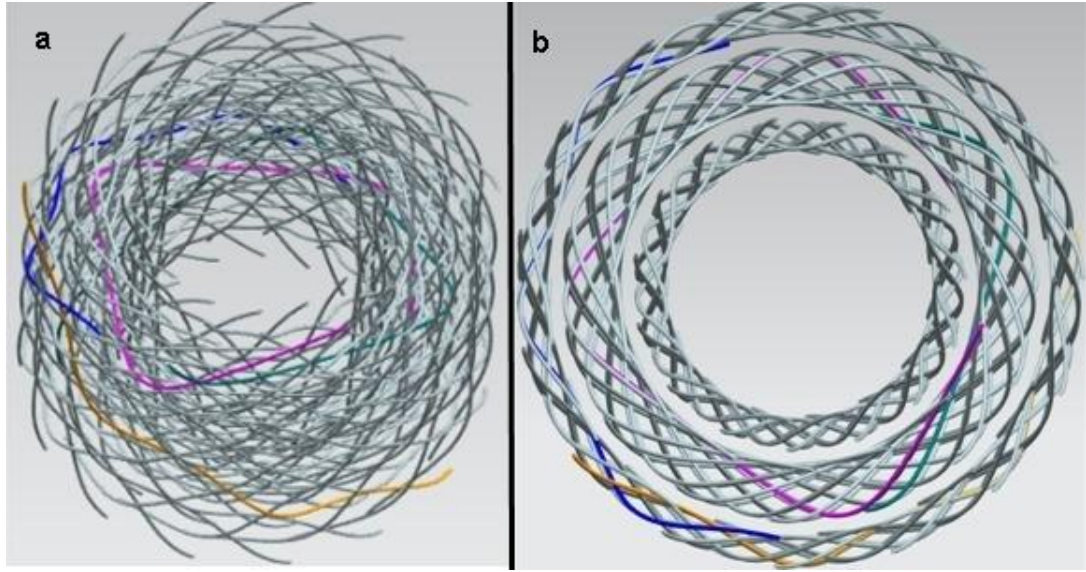
3.1.3.13. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [2Kat (3Kat) 4x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.69'da, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.70'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.103'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.104'de ve açđ ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.105'de verilmiştir. Tablolarda öñşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat) 4x1 öñşekilde, üç adet birbirinden bağımsız katman oluşmuş ve her bir katman kendi içinde Bilişik yöntemi tipinde

kesişmeler yaparak yapıyı meydana getirmiştir. Her bir katman arasında kesişme olmadığı için, eş merkezli üç adet iç içe geçmiş silindirlere (concentric cylinder) şeklinde yapı oluşmuştur. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi 2Kat(3Kat) 4x1 yapıda, her bir katman Bilişik yöntemi şeklinde elde edildikten sonra birbirleri içerisinde ayrılıp bağımsız tek katlı Bilişik yapısı gibi göz önüne alınabilir ve her katmanındaki saç örgü açısı (düzlem dışı açı), iplik uzunlukları, sıklık değerlerinin birbirine eş değere olmayacağı söylenebilir. Ayrıca ipliklerdeki uzun atlamaların yapıyı daha rijit (stiff) yaptığı ve bununda açılma koşullarını (maksimum - minimum) etkilediği tespit edilmiştir. Her katmanın açılma koşullarında (maksimum - minimum) birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her bir katmanın katlar kilitlenmediği için diğer katman tarafından kısıtlanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en içteki katmanın açılma koşullarındaki boyutları, onun dışındaki katmanlar tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.69. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi [2kat (3kat) 4x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.70. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 4x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.103. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 4x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler						
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	4	30	3	26.0	11.0	27.76	3
Minimum	4	30	3	27.5	8.7	30.53	4
Maksimum	4	30	3	25.0	14.5	24.80	2

Tablo 3.104. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 4x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

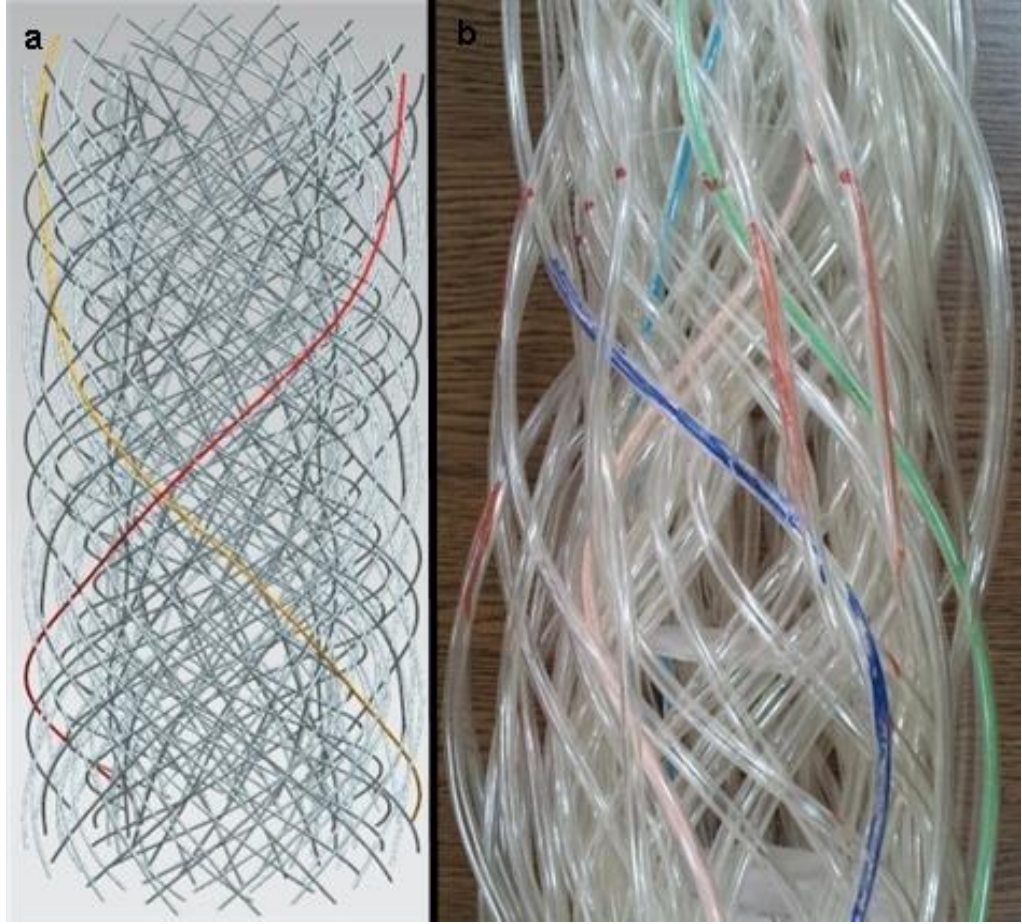
Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)	
Normal Şart	4	30	3	15.7	27.76	5.0	
Minimum	4	30	3	16.3	30.53	3.5	
Maksimum	4	30	3	14.5	24.80	6.0	

Tablo 3.105. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 4x1] önşekilin açı ile ilgili verileri.

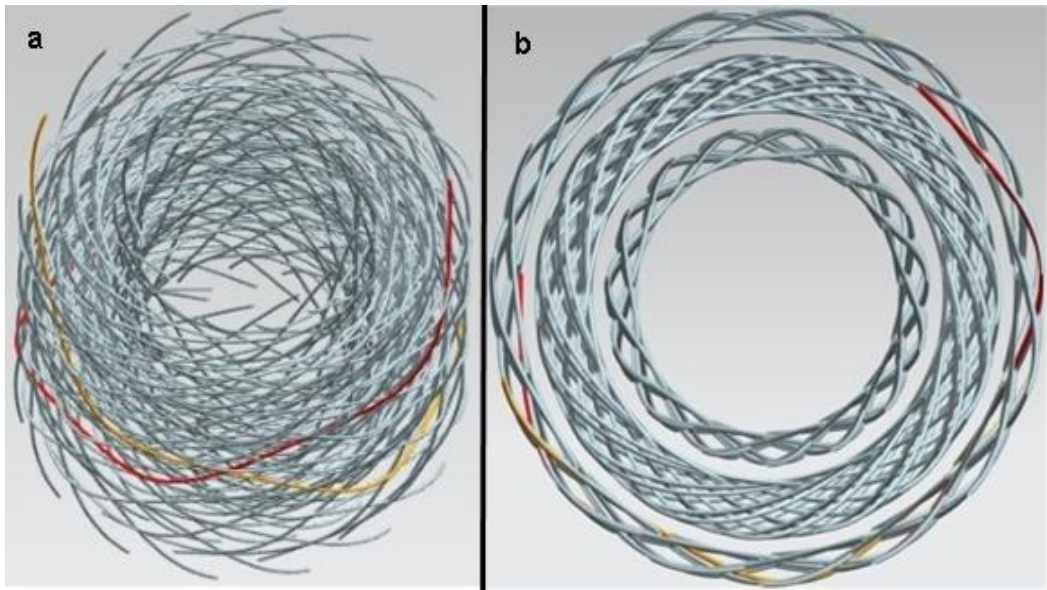
Yapı	C×R	Açı İle İlgili Parametreler				
		Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı θ_h°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°	
Normal Şart	4×30	20	20	12	12	70
Minimum	4×30	16	16	15	15	74
Maksimum	4×30	30	30	10	10	60

3.1.3.14. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 6x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.71'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.72'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.106'da, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.107'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.108'de verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat) 6x1 önşekilde, üç adet birbirinden bağımsız katman oluşmuş ve her bir katman kendi içinde Bilişik yöntemi tipinde kesişmeler yaparak yapıyı meydana getirmiştir. Her bir katman arasında kesişme olmadığı için, eş merkezli üç adet iç içe geçmiş silindirler (concentric cylinder) şeklinde yapı oluşmuştur. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat) 6x1 yapıda, her bir katman Bilişik yöntemi şeklinde elde edildikten sonra birbirleri içerisinden ayrılıp bağımsız tek katlı Bilişik yapısı gibi göz önüne alınabilir ve her katmanındaki saç örgü açısı (düzlem dışı açı), iplik uzunlukları, sıklık değerlerinin birbirine eş değer olmayacağı söylenebilir. 2Kat(3Kat) 6x1 önşekilde ipliklerin 2Kat(3Kat) 4x1 önşekile göre daha uzun atlamalı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ipliklerdeki uzun atlamaların yapıyı daha rijit (stiff) yaptığı ve bununda açılma koşullarını (maksimum - minimum) etkilediği tespit edilmiştir. Her katmanın açılma koşullarında (maksimum - minimum) birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her bir katmanın katlar kilitlemediği için diğer katman tarafından kısıtlanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en içteki katmanın açılma koşullarındaki boyutları, onun dışındaki katmanlar tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.71. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.72. Üç boyutlu dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] öñşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.106. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler							
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	4	30	3	26.0	10.0	35.74	3
Minimum	4	30	3	28.0	7.5	36.27	3
Maksimum	4	30	3	24.5	12.0	25.10	3

Tablo 3.107. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	4	30	3	19.0	35.74	9.0
Minimum	4	30	3	19.8	36.27	6.0
Maksimum	4	30	3	17.5	25.10	10.0

Tablo 3.108. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 6x1] öñşekilin açđ ile ilgili verileri.

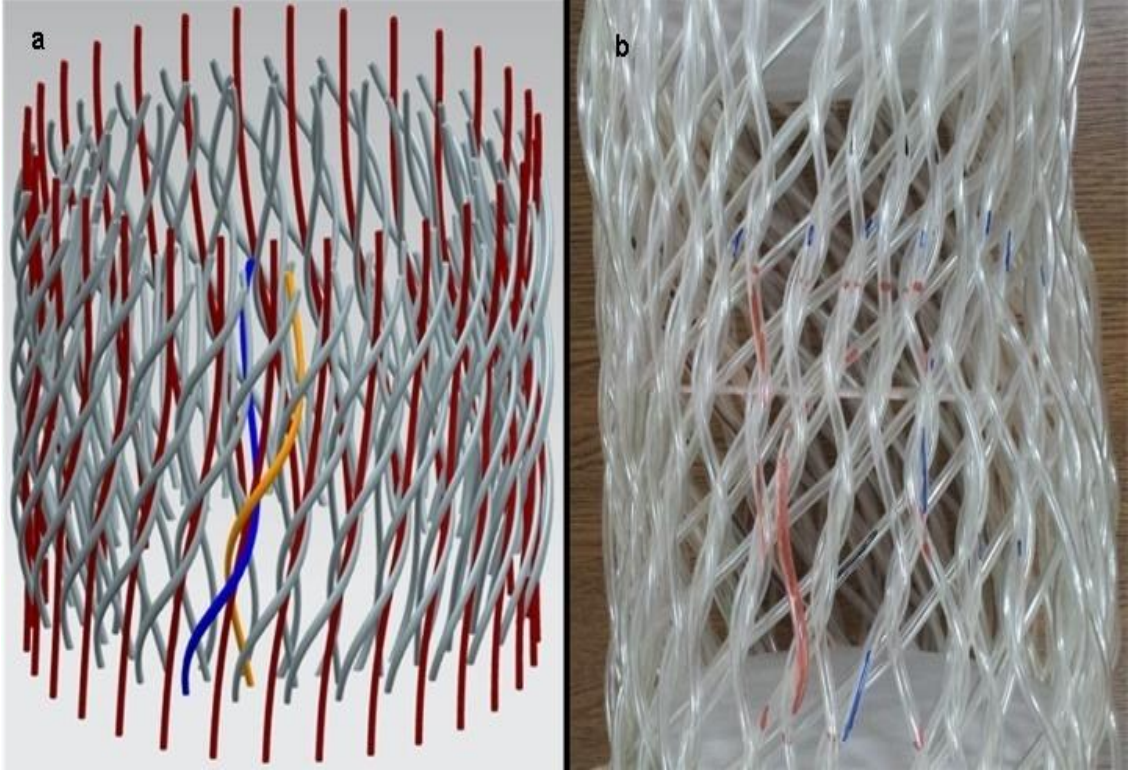
Açı İle İlgili Parametreler						
Yapı	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açđ		Helis Açısı θ_h°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°	
Normal Şart	4×30	20	20	10	10	70
Minimum	4×30	15	15	17	17	75
Maksimum	4×30	25	25	10	10	65

3.1.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzanlı Saç Örgülü Öncekiller (Çözümlü Uzanlı Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler

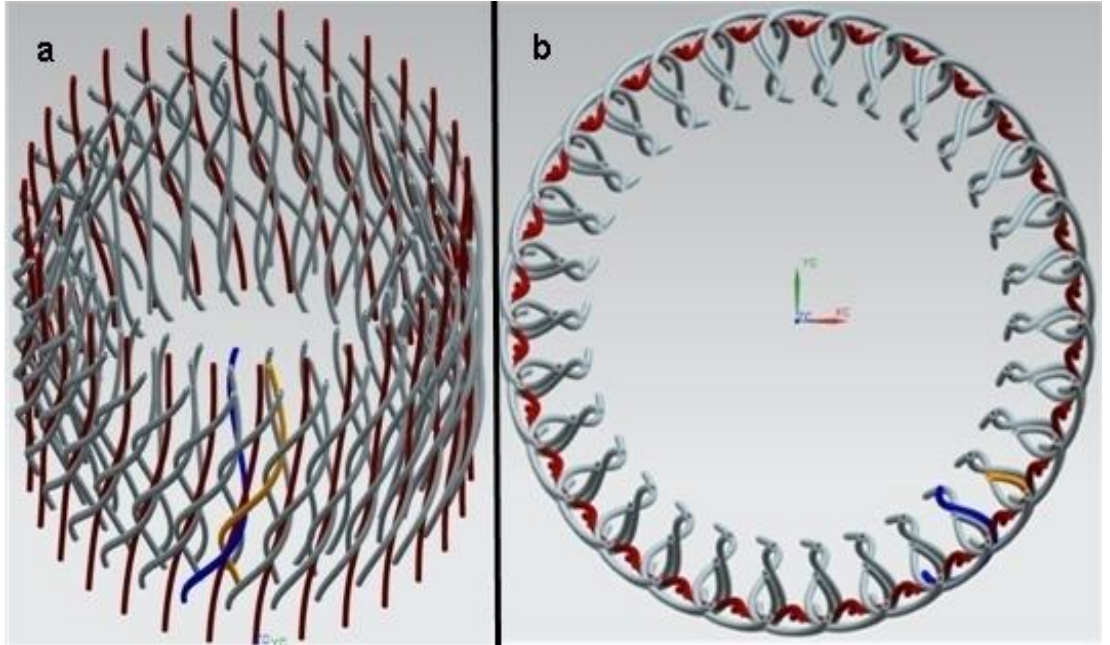
Bu çalışmada yeni geliştirilen üç boyutlu dairesele çözümlü uzanlı saç örgülü öncekillerde, geliştirilen aparat üzerinde toplam olarak 9 adet yapı üretilmiştir. Üretilen her bir yapının bilgisayar çizimlerinde UNIGRAPHICS NX8 programı kullanılmıştır. Genel olarak yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesele çözümlü uzanlı öncekillerde, $\pm\theta$ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir. Saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formulu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ederken çözümlü ipliklerini yapı içinde buldukları yerde kilitleyerek çözümlü uzanlı saç örgülü öncekili ortaya çıkardıkları anlaşılmıştır.

3.1.4.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzanlı Bilişik Yöntemli Öncekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 1x1]

Oluşturulan öncekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.73'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.74'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.109'da, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.110'da ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.111'de verilmiştir. Tablolarda öncekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesele çözümlü uzanlı Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat)B+1Kat A 1x1 öncekilde, $+\theta$ saç örgü iplikleri ve $-\theta$ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir. Saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formulu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ederken çözümlü ipliklerini yapı içinde buldukları yerde kilitleyerek çözümlü uzanlı saç örgülü öncekili ortaya çıkardıkları anlaşılmıştır. Üç boyutlu (3D) dairesele çözümlü uzanlı Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat)B+1Kat A 1x1 öncekilde maksimum açılma koşulunda $+\theta$ saç örgü ipliklerinin ve $-\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.73. Üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı Bilişik yöntemi [2kat(3kat)B + 1Kat A 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.74. Üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı Bilişik yöntemi [2kat(3kat)B + 1Kat A 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.109. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 1x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	5	30	4	26.0	21.2	12.51	4	3
Minimum	5	30	4	27.5	18.5	19.57	4	3
Maksimum	5	30	4	24.5	23.6	18.07	3	2

Tablo 3.110. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 1x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği	
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)	
Normal Şart	5	30	4	13.0	12.51	6.0	
Minimum	5	30	4	13.5	19.57	5.5	
Maksimum	5	30	4	12.0	18.07	7.5	

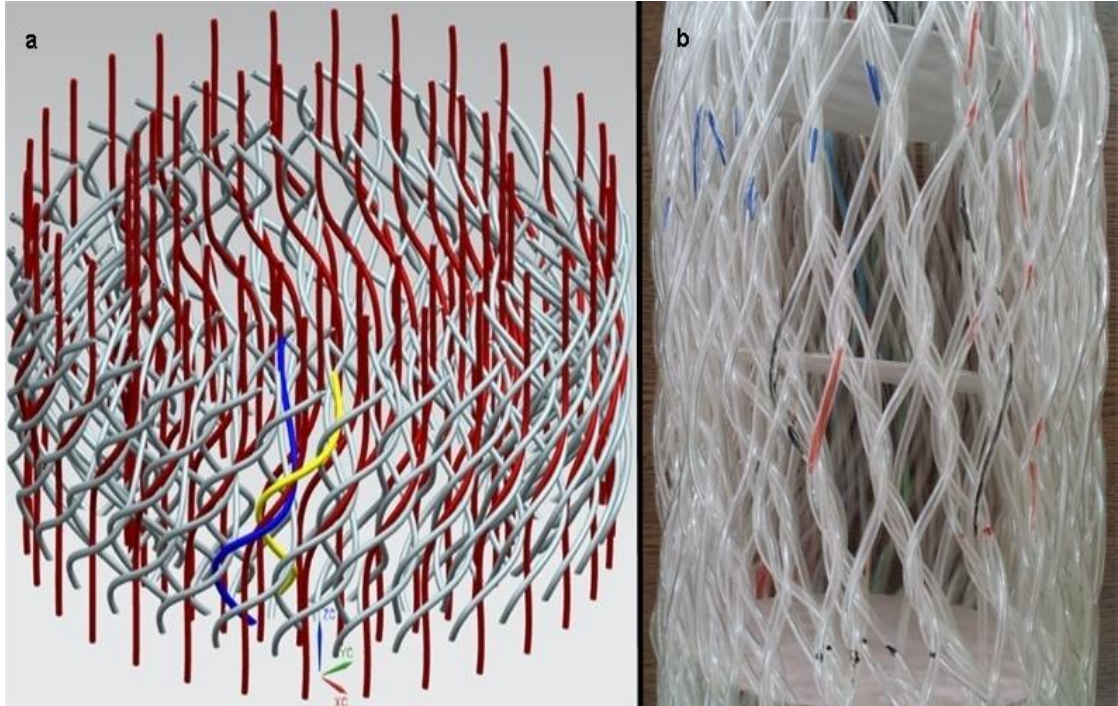
Tablo 3.111. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 1x1] örneğinin açı ile ilgili verileri.

Yapı	Açı İle İlgili Parametreler						
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı θh°	Aksiyal Açısı θa°
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°		
Normal Şart	5×30	30	30	15	15	60	7
Minimum	5×30	20	20	17	17	70	5
Maksimum	5×30	35	35	13	13	55	10

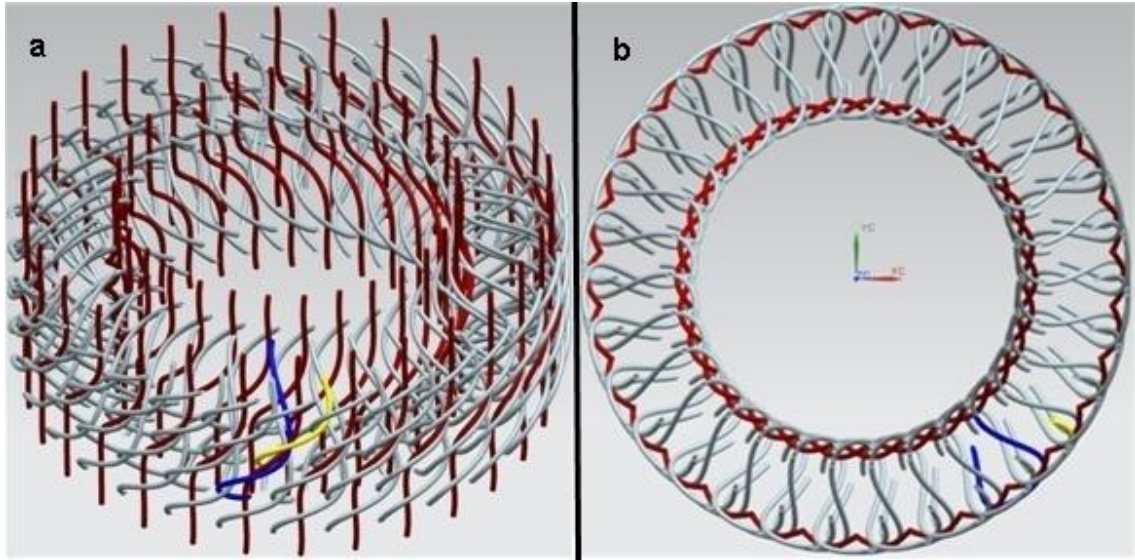
3.1.4.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Örneğin [3Kat (4Kat)B + 2KatA 1x1]

Oluşturulan örneğinin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.75'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.76'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.112'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.113'de ve

açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.114'de verilmiştir. Tablolarda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 3Kat(4Kat)B+2Kat A 1x1 önşekilde, $\pm\theta$ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir. Saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formulu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ederken çözümlü ipliklerini yapı içinde buldukları yerde kilitleyerek çözümlü uzantılı saç örgü önşekili ortaya çıkardıkları anlaşılmıştır. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda (3Kat(4Kat)B+2Kat A - 5Kat(6Kat)B+4Kat A) düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.75. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [3kat(4kat)B + 2Kat A 1x1] önşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) önşekil resmi.



Şekil 3.76. Üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı Bilişik yöntemi [3kat(4kat)B + 2Kat A 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.112. Üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı Bilişik yöntemi [3kat(4kat)B + 2Kat A 1x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	7	30	6	26.0	21.8	26.28	3	2
Minimum	7	30	6	27.0	19.0	29.50	3	3
Maksimum	7	30	6	25.0	28.4	23.15	2	2

Tablo 3.113. Üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı Bilişik yöntemi [3kat(4kat)B + 2KatA 1x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

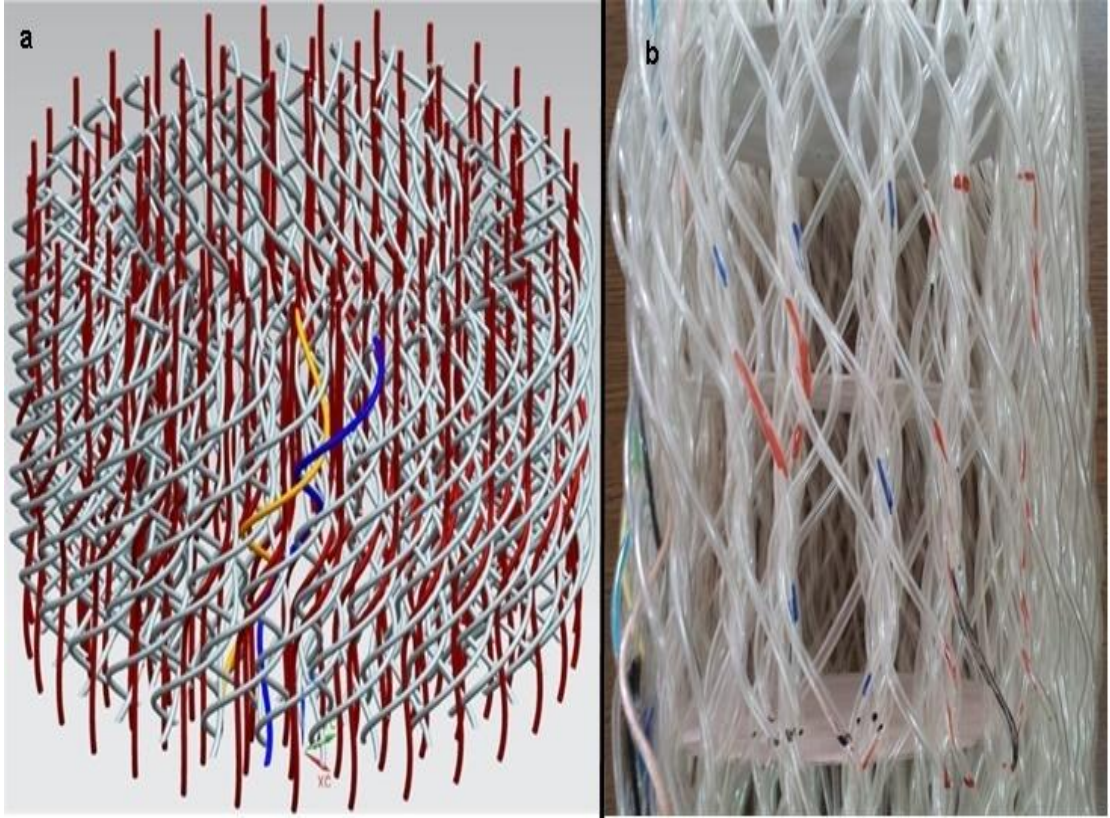
Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	7	30	6	21.0	26.28	3.0
Minimum	7	30	6	21.5	29.50	2.0
Maksimum	7	30	6	20.5	23.15	4.5

Tablo 3.114. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemi [3kat(4kat)B + 2KatA 1x1] öneşkilin açılı ile ilgili verileri.

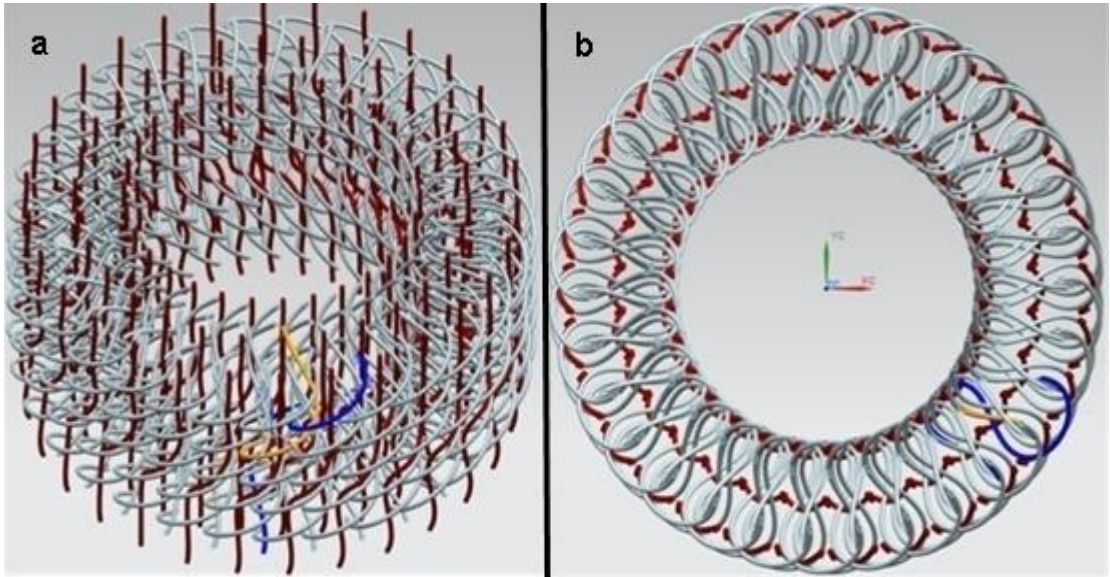
Yapı	C×R	Açılı İle İlgili Parametreler					
		Yüzey Açılı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılı θ_h°	Aksiyal Açılı θ_a°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°		
Normal Şart	7×30	27	27	16	16	63	10
Minimum	7×30	20	20	18	18	70	7
Maksimum	7×30	32	32	12	12	58	11

3.1.4.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümü Uzantılı Bilişik Yöntemli Öneşkil [4Kat (5Kat)B + 3KatA 1x1]

Oluşturulan öneşkilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.77'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.78'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.115'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.116'da ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.117'de verilmiştir. Tablolarda öneşkilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemi 4Kat(5Kat)B+3Kat A 1x1 öneşkilinde, $\pm\theta$ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir. Saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ederken çözümlü ipliklerini yapı içinde buldukları yerde kilitleyerek çözümlü uzantılı saç örgü öneşkili ortaya çıkardıkları anlaşılmıştır. Maksimum açılı koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda (3Kat(4Kat)B+2Kat A - 5Kat(6Kat)B+4Kat A) düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılı gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.77. Üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3Kat A 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.78. Üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3Kat A 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.115. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3Kat A 1x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	9	30	8	26.0	23.0	29.33	3	2
Minimum	9	30	8	26.5	20.3	33.46	3	2
Maksimum	9	30	8	25.2	29.4	26.93	2	2

Tablo 3.116. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3KatA 1x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği	
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)	
Normal Şart	9	30	8	18.5	29.33	4.0	
Minimum	9	30	8	19.0	33.46	3.5	
Maksimum	9	30	8	17.5	26.93	5.0	

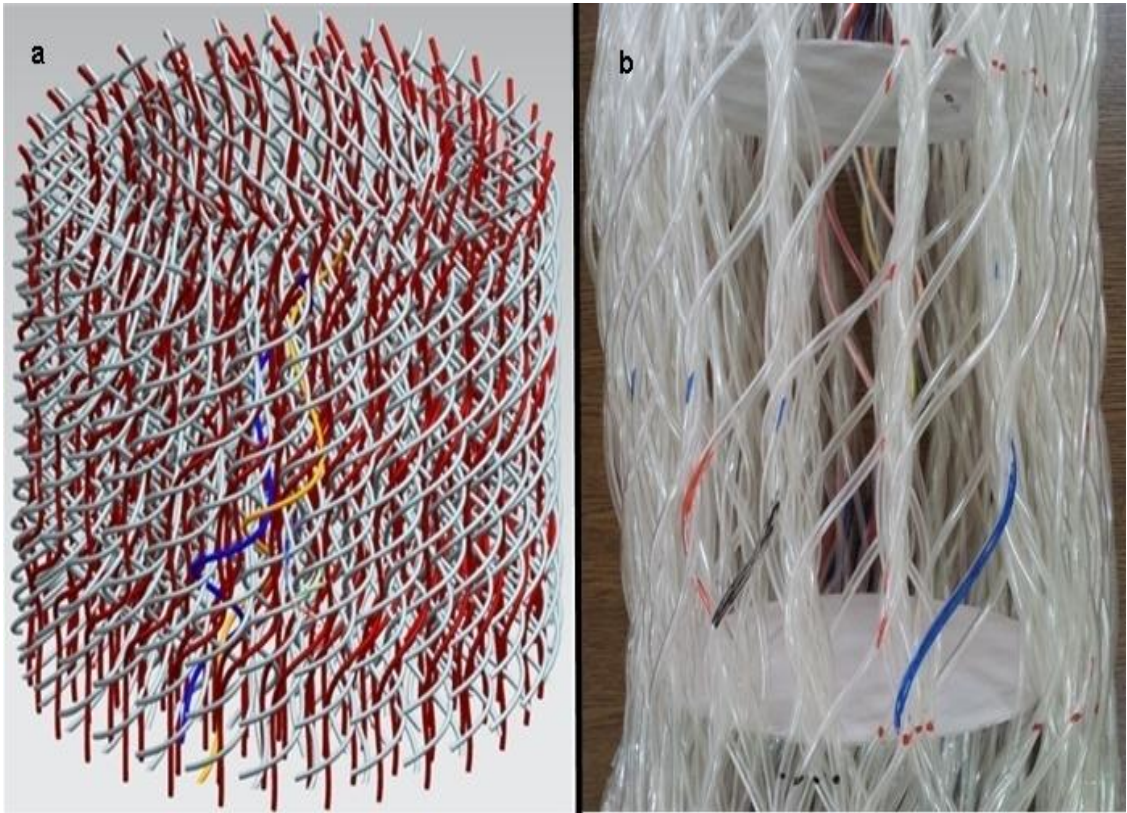
Tablo 3.117. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [4kat(5kat)B + 3KatA 1x1] öñşekilin açısı ile ilgili verileri.

Yapı	Açısı İle İlgili Parametreler						
	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açısı		Helis Açısı θ_h°	Aksiyal Açısı θ_a°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°		
Normal Şart	9×30	25	25	18	18	65	10
Minimum	9×30	20	20	18	18	70	10
Maksimum	9×30	27	27	12	12	63	10

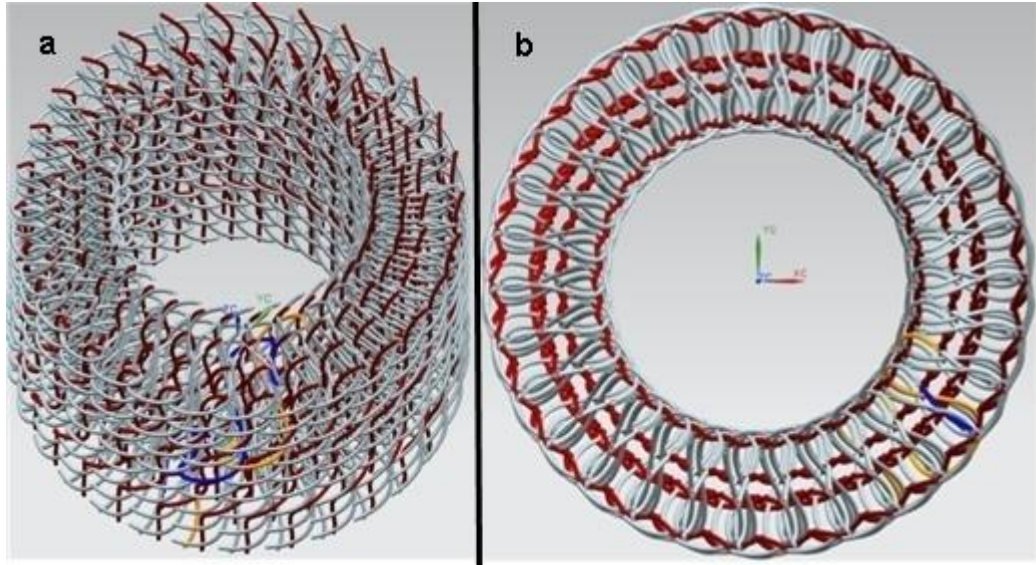
3.1.4.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Öñşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 1x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.79'da, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.80'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.118'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.119'da ve açısı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.120'de verilmiştir. Tablolarda öñşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç

boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 5Kat(6Kat)B+4Kat A 1x1 öñşekilde, $\pm\theta$ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir. Saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ederken çözümlü ipliklerini yapı içinde buldukları yerde kilitleyerek çözümlü uzantılı saç örgü öñşekli ortaya çıkardıkları anlaşılmıştır. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle kalın yapılarda (3Kat(4Kat)B+2Kat A - 5Kat(6Kat)B+4Kat A) düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.79. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 1x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.80. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 1x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.118. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 1x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı	Yapı İle İlgili Parametreler							
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	11	30	10	26.0	24.0	38.53	2	2
Minimum	11	30	10	26.5	20.5	44.89	2	2
Maksimum	11	30	10	25.0	33.2	36.91	2	1

Tablo 3.119. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 1x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

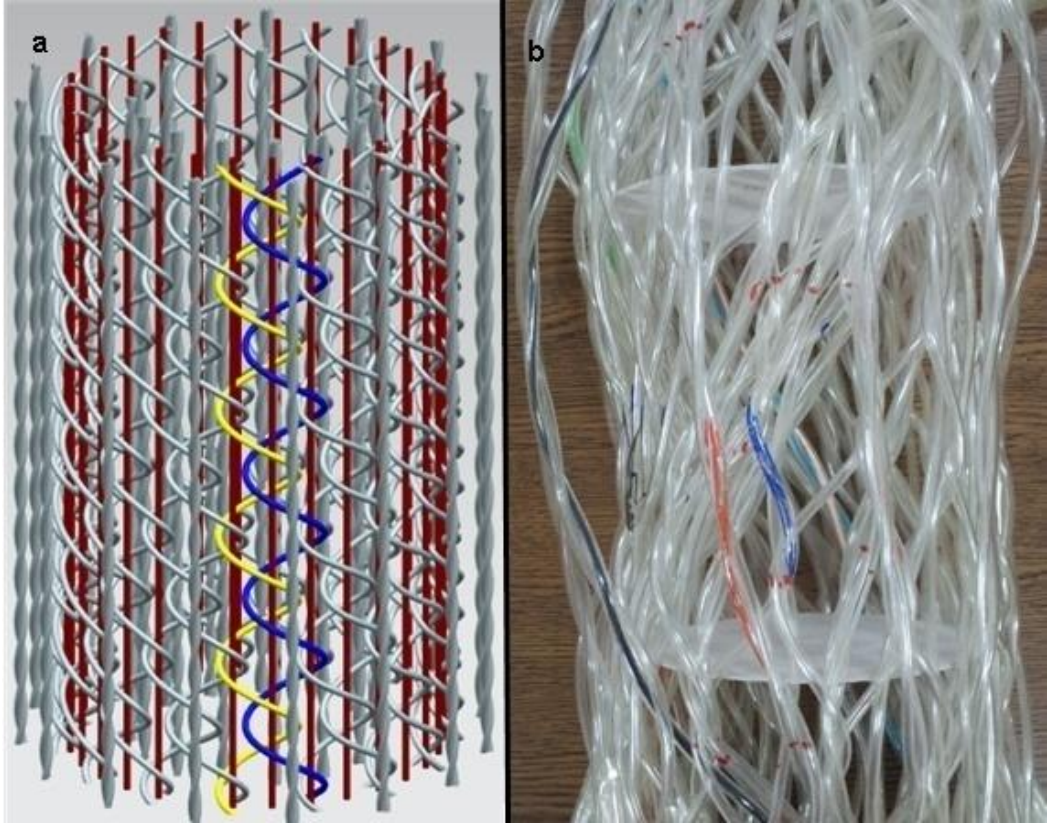
Yapı	Birim Hücre İle İlgili Parametreler					
	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	11	30	10	22.5	38.53	10.0
Minimum	11	30	10	23.5	44.89	7.0
Maksimum	11	30	10	20.7	36.91	13.0

Tablo 3.120. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 1x1] öñşekilin açılı ile ilgili verileri.

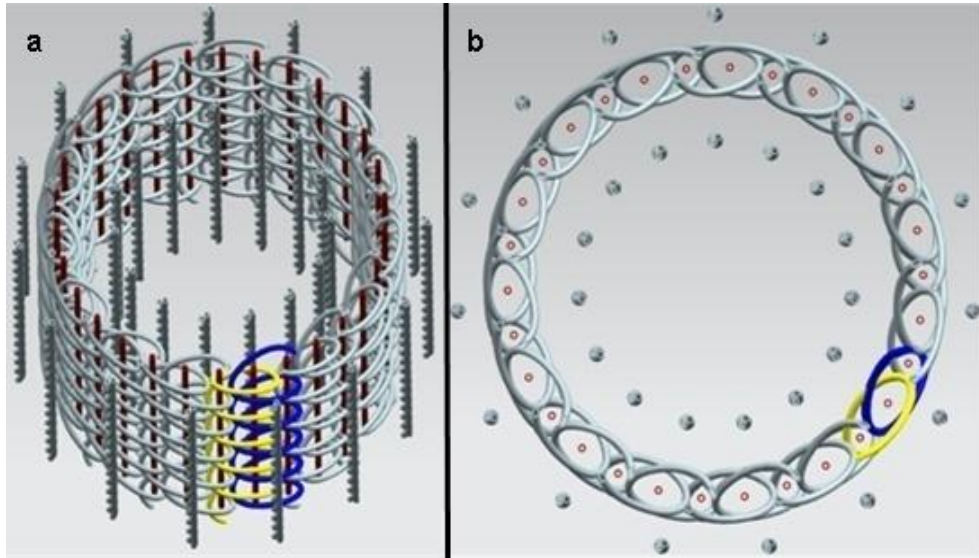
Yapı	C×R	Açılı İle İlgili Parametreler					
		Yüzey Açılı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılı θ_h°	Aksiyal Açılı θ_a°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°		
Normal Şart	11×30	25	25	18	18	65	15
Minimum	11×30	22	22	20	20	68	12
Maksimum	11×30	27	27	12	12	63	15

3.1.4.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Öñşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 2x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.81'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.82'de verilmiştir. 2Kat(3Kat)B+1Kat A 2x1 öñşekilin yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.121'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.122'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.123'de verilmiştir. Tablolarda öñşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat)B+1Kat A 2x1 öñşekilde katmanlar arasında herhangi bir bağlantının bulunmadığı gözlemlenmiştir. Öñşekilde en iç katman ve en dış katman dışında kalan katman Bilişik yöntemi gibi kesişmeler yaparken çözümlü ipliklerini kilitleyecek şekilde entegre olmuş bir katman oluşturduğu tespit edilmiştir. Ayrıca üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat)B+1Kat A 2x1 öñşekilde, en dış ve en iç katmanda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinde her bir + θ saç örgü ipliği - θ saç örgü ipliği üzerinde tam bir dönüş yaparak birbirleri ile katlı iplik oluşturmuşlardır. Öñşekilde özellikle maksimum açılı koşulunda + θ saç örgü ipliklerinin ve - θ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir.



Şekil 3.81. Üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı Bilişik yöntemli $[2\text{kat}(3\text{kat})B + 1\text{Kat A } 2 \times 1]$ öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.82. Üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı Bilişik yöntemli $[2\text{kat}(3\text{kat})B + 1\text{Kat A } 2 \times 1]$ öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.121. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 2x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler								
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)	Aksiyal Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart (Dış Katman)	5	30	4	26.0	12.6	19.86	2	–
Normal Şart (İç Katman)	5	30	4	26.0	11.6	17.40	3	4
Minimum (Dış Katman)	5	30	4	26.0	9.3	34.50	2	–
Minimum (İç Katman)	5	30	4	27.0	8.3	31.61	3	5
Maksimum (Dış Katman)	5	30	4	26.0	17.0	18.08	2	–
Maksimum (İç Katman)	5	30	4	25.5	16.0	15.91	2	4

Tablo 3.122. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 2x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

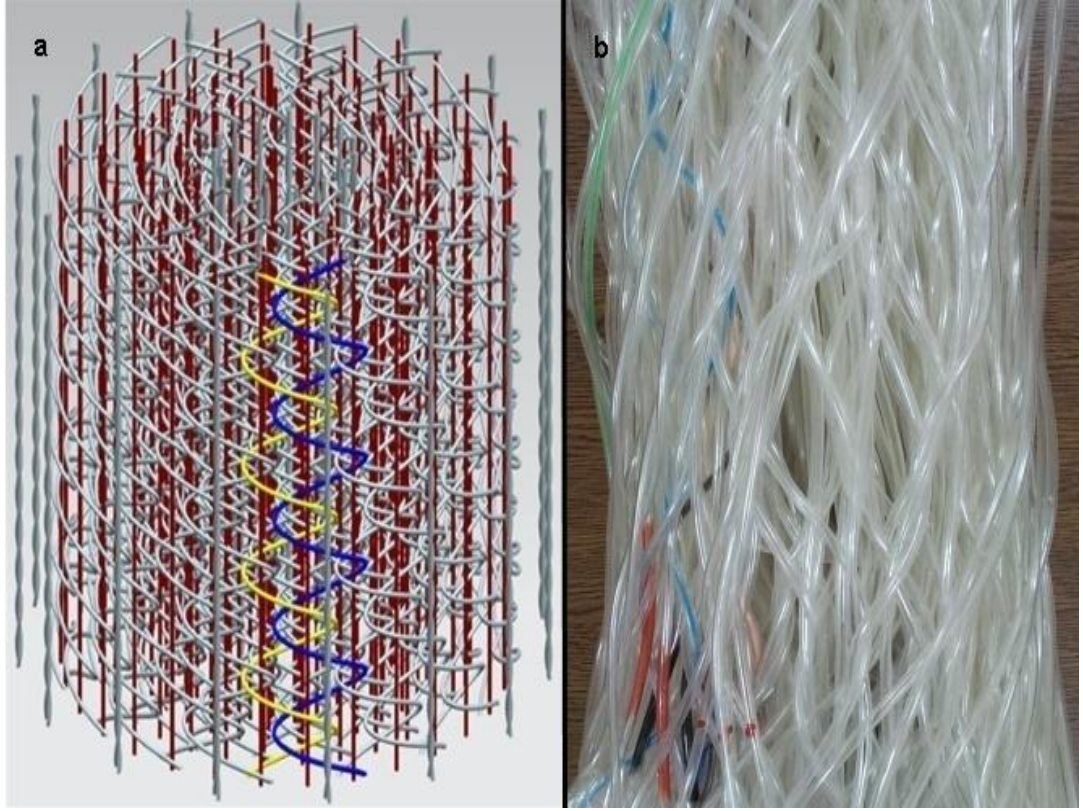
Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart (Dış Katman)	5	30	4	9.0	19.86	0.6
Normal Şart (İç Katman)	5	30	4	10.5	17.40	3.0
Minimum (Dış Katman)	5	30	4	9.0	34.50	0.6
Minimum (İç Katman)	5	30	4	11.0	31.61	2.5
Maksimum (Dış Katman)	5	30	4	9.0	18.08	0.6
Maksimum (İç Katman)	5	30	4	10.0	15.91	3.5

Tablo 3.123. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 2x1] örneğinin açı ile ilgili verileri.

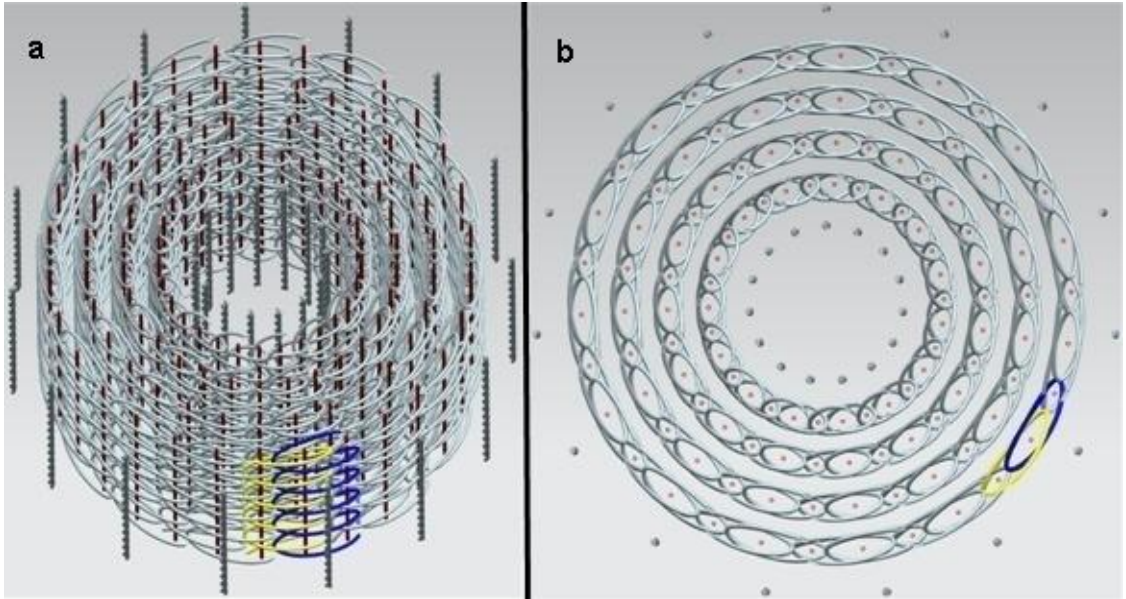
Yapı	C×R	Açı İle İlgili Parametreler					
		Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açı		Helis Açısı	Aksiyal Açısı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	θh°	θa°
Normal Şart (Dış Katman)	5×30	5	5	5	5	85	–
Normal Şart (İç Katman)	5×30	25	25	18	18	65	6
Minimum (Dış Katman)	5×30	5	5	5	5	85	–
Minimum (İç Katman)	5×30	15	15	18	18	75	5
Maksimum (Dış Katman)	5×30	5	5	5	5	85	–
Maksimum (İç Katman)	5×30	30	30	12	12	60	7

3.1.4.6. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümü Uzantılı Bilişik Yöntemli Örneğin [5Kat (6Kat)B + 4KatA 2x1]

Oluşturulan örneğinin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.83'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.84'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.124'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.125'de ve açı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.126'da verilmiştir. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 5Kat(6Kat)B+4Kat A 2x1 örneğinde katmanlar arasında herhangi bir bağlantı bulunmamakla birlikte en iç katman ve en dış katman dışında kalan katmanlar (2, 3, 4, 5 numaralı katmanlar) Bilişik yöntemi gibi kesişmeler yaparken çözümlü ipliklerini kilitleyecek şekilde entegre olmuş bir katman meydana getirmiş olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca en dış ve en iç katmanda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinde her bir $+\theta$ saç örgü ipliği $-\theta$ saç örgü ipliği üzerinde tam bir dönüş yaparak birbirleri ile katlı iplik oluşturmuşlardır. Maksimum açılma koşulunda $\pm\theta$ saç örgü ipliklerinin komşu iplik setleri ile bağlantı yaptığı yerde çok geniş bir şekil değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Özellikle düzlem dışında saç örgü esaslı kesişmelerle meydana gelen lokal yapıların birbirleri ile bağlantı yaptığı yerde maksimum basınç yükü ile geniş bir şekil değişimi olduğu tespit edilmiştir. Yani her bir lokal yapının bağlantı iplik nedeni ile bağlantı yapmış olduğu ipliğin uzunluğu kadar çevresel yönde açılma gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.83. Üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 2x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.84. Üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 2x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.124. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 2x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler								
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)	Aksiya Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart (Dış Katman)	11	30	10	26.0	15.7	41.86	2	–
Normal Şart (İç Katman)	11	30	10	26.0	14.7	40.76	2	3
Minimum (Dış Katman)	11	30	10	26.0	11.0	48.54	2	–
Minimum (İç Katman)	11	30	10	27.2	10.0	46.29	2	4
Maksimum (Dış Katman)	11	30	10	26.0	23.3	37.93	1	–
Maksimum (İç Katman)	11	30	10	25.0	22.3	36.91	2	2

Tablo 3.125. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 2x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

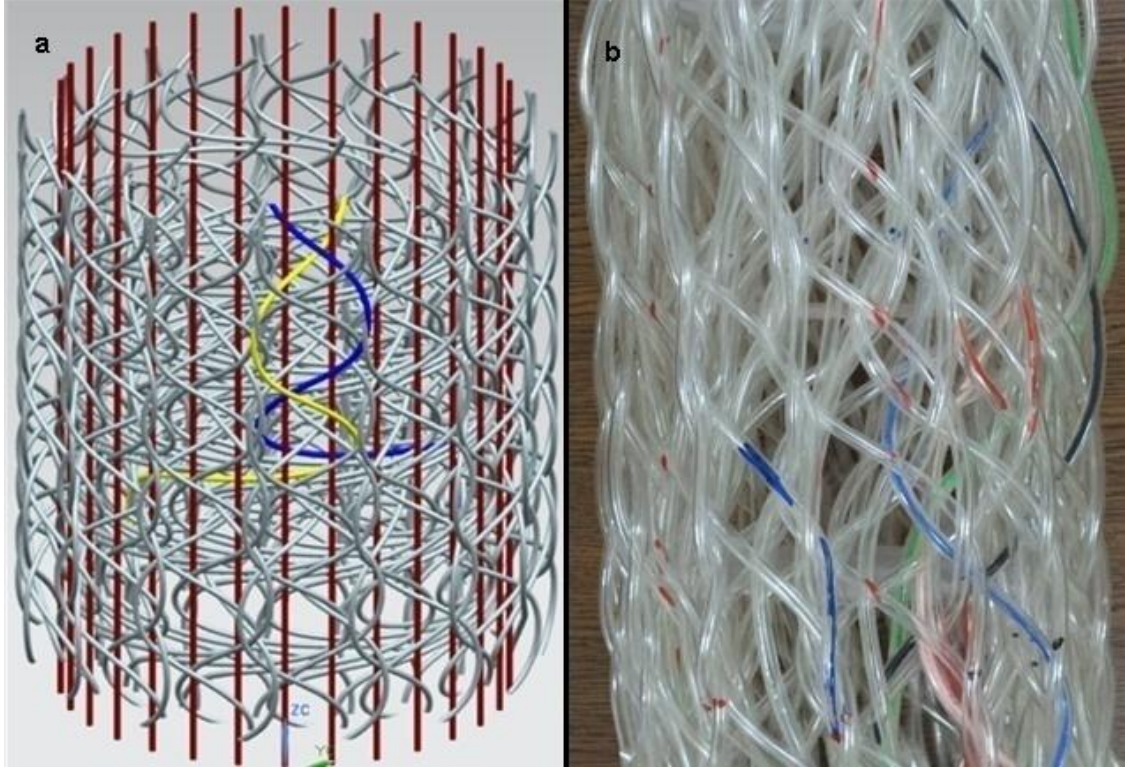
Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart (Dış Katman)	11	30	10	10.0	41.86	0.6
Normal Şart (İç Katman)	11	30	10	14.8	40.76	5.0
Minimum (Dış Katman)	11	30	10	10.0	48.54	0.6
Minimum (İç Katman)	11	30	10	15.5	46.29	3.5
Maksimum (Dış Katman)	11	30	10	10.0	37.93	0.6
Maksimum (İç Katman)	11	30	10	14.0	36.91	6.5

Tablo 3.126. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 2x1] öñşekilin açılı ile ilgili verileri.

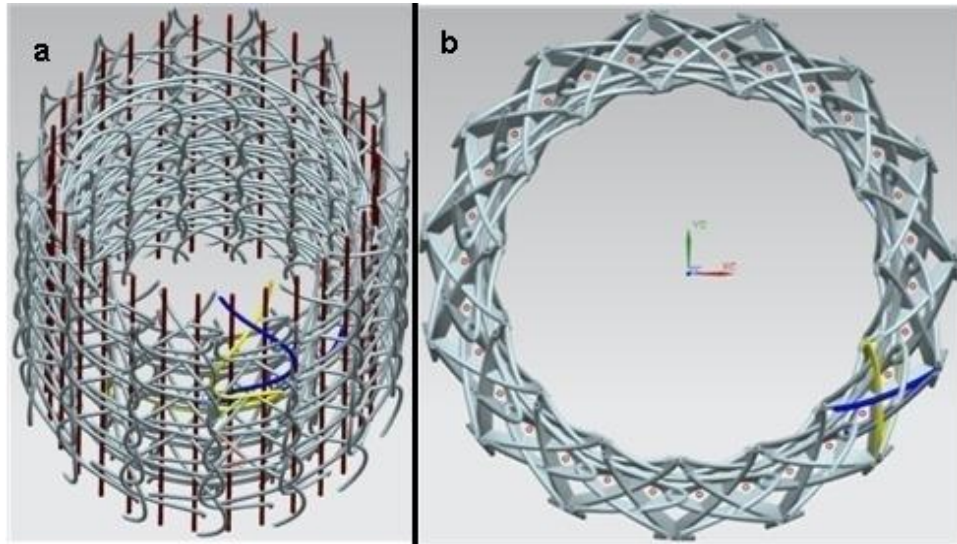
Yapı	C×R	Açılı İle İlgili Parametreler					
		Yüzey Açılı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılı	Aksiyal Açılı
		+ θ°	- θ°	+ θb°	- θb°	θh°	θa°
Normal Şart (Dış Katman)	11×30	3	3	7	7	87	-
Normal Şart (İç Katman)	11×30	30	30	13	13	60	10
Minimum (Dış Katman)	11×30	3	3	7	7	87	-
Minimum (İç Katman)	11×30	20	20	23	23	70	7
Maksimum (Dış Katman)	11×30	3	3	7	7	87	-
Maksimum (İç Katman)	11×30	35	35	12	12	55	15

3.1.4.7. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Öñşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 3x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.85'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.86'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.127'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.128'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.129'da verilmiştir. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat)B+1Kat A 3x1 öñşekilde, $\pm\theta$ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir. Saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formulu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ederken çözümlü ipliklerini yapı içinde buldukları yerde kilitleyerek çözümlü uzantılı saç örgü öñşekli ortaya çıkardıkları anlaşılmıştır. 2Kat(3Kat)B+1Kat A 3x1 öñşekilde ipliklerin 2Kat(3Kat)B+1Kat A 1x1 öñşekile göre daha uzun atlamalı olduğu tespit edilmiştir. 2Kat(3Kat)B+1Kat A 3x1 öñşekilde ipliklerin uzun atlamalı olması nedeni ile yapının daha geniş gözenekli ve yapı yüzeyinin daha pürüzlü olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca ipliklerdeki uzun atlamaların yapıyı daha rijit (stiff) yaptığı ve bununda açılıma koşullarını (maksimum - minimum) etkilediği tespit edilmiştir.



Şekil 3.85. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 3x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.86. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 3x1] öñşekilin a) perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.127. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 3x1] önşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler								
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)	Aksiyal Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	5	30	4	26.0	11.2	24.90	3	6
Minimum	5	30	4	27.0	9.5	26.67	3	6
Maksimum	5	30	4	25.0	15.2	22.15	2	4

Tablo 3.128. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 3x1] önşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	5	30	4	23.0	24.90	5.0
Minimum	5	30	4	23.5	26.67	4.3
Maksimum	5	30	4	22.3	22.15	7.0

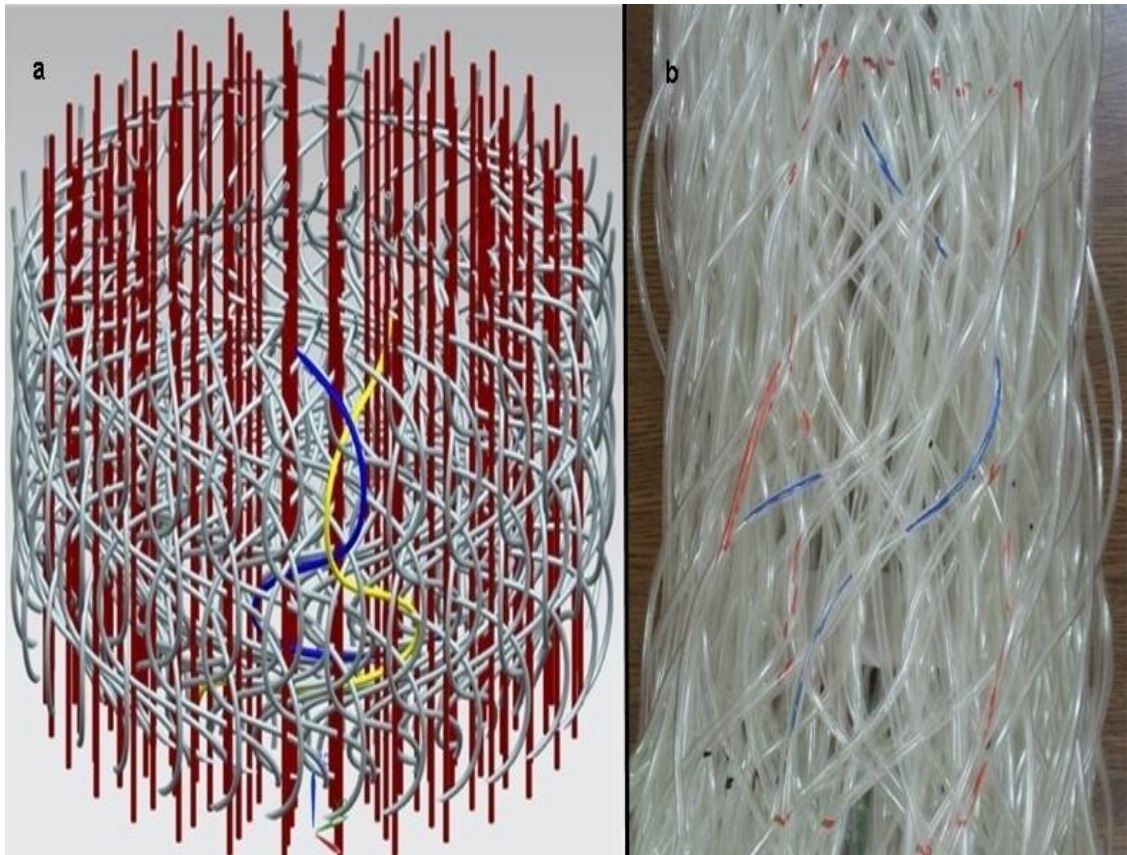
Tablo 3.129. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 3x1] önşekilin açılı ile ilgili verileri.

Açılı İle İlgili Parametreler							
Yapı	C×R	Yüzey Açılısı		Düzlem Dışı Açılı		Helis Açılısı θ_h°	Aksiyal Açılısı θ_a°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°		
Normal Şart	5×30	20	20	12	12	70	4
Minimum	5×30	16	16	16	16	74	4
Maksimum	5×30	25	25	13	13	65	5

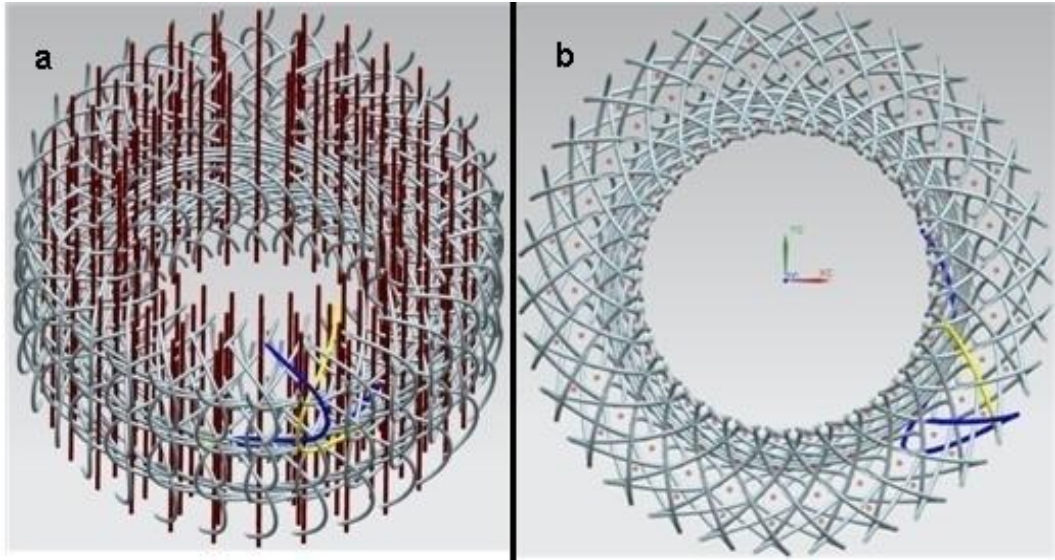
3.1.4.8. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemli Önşekil [5Kat (6Kat)B + 4KatA 3x1]

Oluşturulan önşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.87'de, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.88'de verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.130'da, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.131'de ve açılı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.132'de verilmiştir. Tablolarda önşekilin

normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli 5Kat(6Kat)B+4Kat A 3x1 öñşekilde, $\pm\theta$ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir. Saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formulu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ederken çözgü ipliklerini yapı içinde buldukları yerde kilitleyerek çözgü uzantılı saç örgü öñşekli ortaya çıkardıkları anlaşılmıştır. 5Kat(6Kat)B+4Kat A 3x1 öñşekilde ipliklerin 5Kat(6Kat)B+4Kat A 1x1 öñşekile göre daha uzun atlamalı olduğu tespit edilmiştir. 5Kat(6Kat)B+4Kat A 3x1 öñşekilde ipliklerin uzun atlamalı olması nedeni ile yapının daha geniş gözenekli ve yapı yüzeyinin daha pürüzlü olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca ipliklerdeki uzun atlamaların yapıyı daha rijit (stiff) yaptığı ve bununda açılma koşullarını (maksimum - minimum) etkilediği tespit edilmiştir.



Şekil 3.87. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 3x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.88. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 3x1] örneğinin a) perspektif görüntüsü b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.130. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 3x1] örneğinin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler								
Yapı	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Çap	Duvar Kalınlığı	Yüzey Sıklığı	Aksiyal Yüzey Sıklığı
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(cm)	(mm)	(5cm'deki)	(5 cm'deki)
Normal Şart	11	30	10	26.0	16.0	36.76	2	5
Minimum	11	30	10	28.0	13.8	39.53	2	5
Maksimum	11	30	10	25.0	19.3	35.26	2	3

Tablo 3.131. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü Bilişik yöntemli [5kat(6kat)B + 4KatA 3x1] örneğinin birim hücre ile ilgili verileri.

Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel	Radyal	Kat Sayısı	Uzunluk	Duvar Kalınlığı	Dış Çap Genişliği
	(C)	(R)	(K)	(cm)	(mm)	(cm)
Normal Şart	11	30	10	25.0	36.76	8.0
Minimum	11	30	10	25.7	39.53	6.5
Maksimum	11	30	10	24.0	35.26	9.2

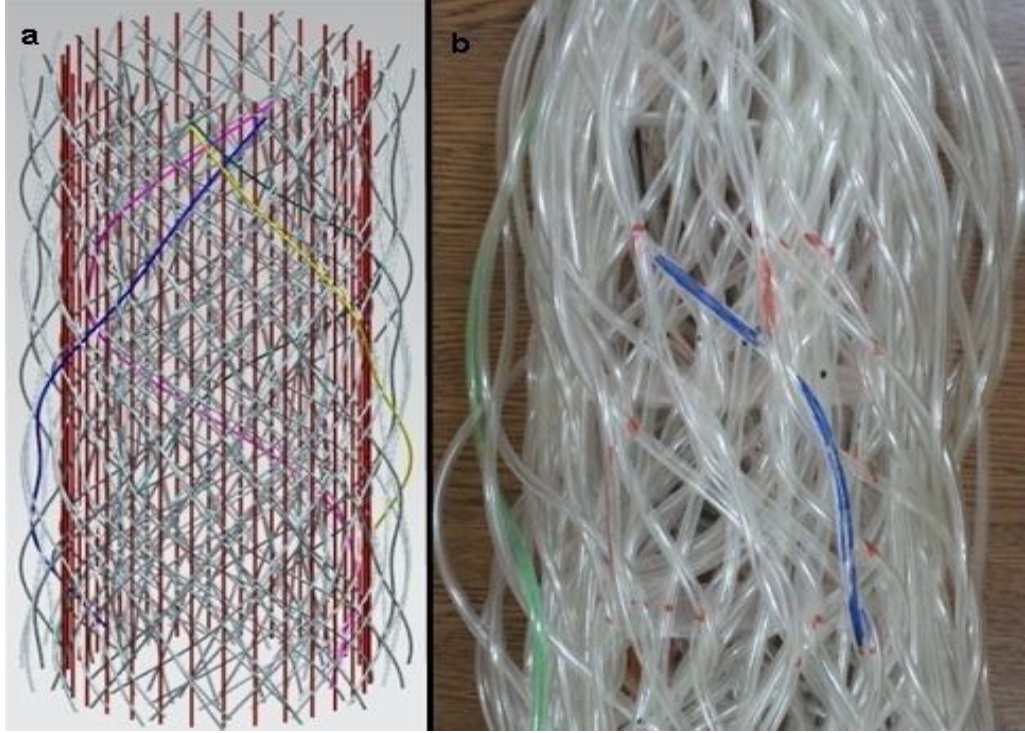
Tablo 3.132. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemi [5kat(6kat)B + 4KatA 3x1] öñşekilin açısı ile ilgili verileri.

Yapı	C×R	Açısı İle İlgili Parametreler					
		Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açısı		Helis Açısı θ_h°	Aksiyal Açısı θ_a°
		$+\theta^\circ$	$-\theta^\circ$	$+\theta_b^\circ$	$-\theta_b^\circ$		
Normal Şart	11×30	20	20	14	14	70	5
Minimum	11×30	18	18	22	22	72	4
Maksimum	11×30	25	25	14	14	65	5

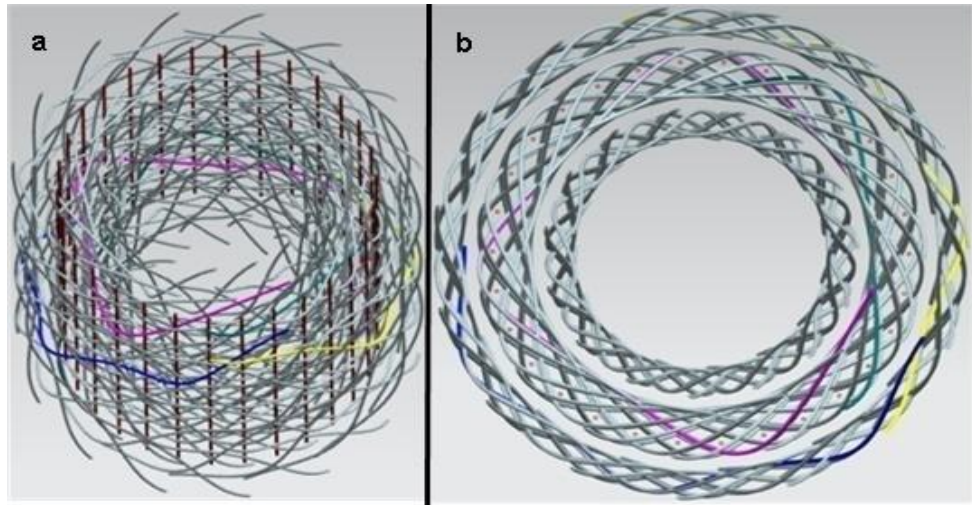
3.1.4.9. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemli Öñşekil [2Kat (3Kat)B + 1KatA 4x1]

Oluşturulan öñşekilin resmi ve yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.89'da, kesit ve perspektif görüntüsü bilgisayar çizimi Şekil 3.90'da verilmiştir. Yapı ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.133'de, birim hücre ile ilgili olan parametreleri Tablo 3.134'de ve açısı ile ilgili olan parametreleri ise Tablo 3.135'de verilmiştir. Tablolarda öñşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemi 2Kat(3Kat)B+1Kat A 4x1 öñşekilde, üç adet birbirinden bağımsız katman oluşmuş ve her bir katman kendi içinde Bilişik yöntemi tipinde kesişmeler yaparak yapıyı meydana getirmiştir. En dış ve en iç katmanda $\pm\theta$ saç örgü iplikleri birbirleri ile Bilişik yöntemine göre kesişmeler yaparak aksiyalsiz iki katman meydana getirmiştir. Ancak ortadaki katman $\pm\theta$ saç örgü iplik setleri ve aksiyal iplikleri ile birlikte Bilişik yöntemine göre kesişme yaparak üç iplik setinden oluşan katman oluşturmuştur. Her bir katman arasında kesişme olmadığı için, eş merkezli üç adet iç içe geçmiş silindirler (concentric cylinder) şeklinde yapı oluşmuştur. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemi 2Kat(3Kat)B+1Kat A 4x1 yapıda, her bir katman Bilişik yöntemi şeklinde elde edildikten sonra birbirleri içerisinden ayrılıp bağımsız tek katlı Bilişik yapısı gibi göz önüne alınabilir ve her katmanındaki saç örgü açısı (düzlem dışı açısı), iplik uzunlukları, sıklık değerlerinin birbirine eş değer olmayacağı söylenebilir. Ayrıca ipliklerdeki uzun atlamaların yapıyı daha rijit (stiff) yaptığı ve bununda açılma koşullarını (maksimum - minimum) etkilediği tespit edilmiştir. Her katmanın açılma koşullarında (maksimum - minimum) birbirinden bağımsız hareket ettiği ve her bir katmanın katlar kilitlenmediği için diğer katman tarafından kısıtlanma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle en

içteki katmanın açılma koşullarındaki boyutları, onun dışındaki katmanlar tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3.89. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 4x1] öñşekilin a) yüzey görüntüsü bilgisayar çizimi b) öñşekil resmi.



Şekil 3.90. Üç boyutlu dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 4x1] öñşekilin a) perspektif b) kesit görüntüsü bilgisayar çizimi.

Tablo 3.133. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 4x1] öñşekilin yapı ile ilgili verileri.

Yapı İle İlgili Parametreler								
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Çap (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Yüzey Sıklığı (5cm'deki)	Aksiyal Yüzey Sıklığı (5 cm'deki)
Normal Şart	5	30	4	26.0	11.6	27.86	2	5
Minimum	5	30	4	27.7	8.7	32.25	3	7
Maksimum	5	30	4	25.0	15.0	23.42	2	5

Tablo 3.134. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 4x1] öñşekilin birim hücre ile ilgili verileri.

Birim Hücre İle İlgili Parametreler						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	Kat Sayısı (K)	Uzunluk (cm)	Duvar Kalınlığı (mm)	Dış Çap Genişliği (cm)
Normal Şart	5	30	4	12.5	27.86	7.5
Minimum	5	30	4	13.7	32.25	5.3
Maksimum	5	30	4	11.0	23.42	8.3

Tablo 3.135. Üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı Bilişik yöntemli [2kat(3kat)B + 1KatA 4x1] öñşekilin açđ ile ilgili verileri.

Açđ İle İlgili Parametreler							
Yapı	C×R	Yüzey Açısı		Düzlem Dışı Açđ		Helis Açısı θ_h°	Aksiyal Açısı θ_a°
		+ θ°	- θ°	+ θ_b°	- θ_b°		
Normal Şart	5×30	20	20	10	10	70	5
Minimum	5×30	16	16	22	22	74	5
Maksimum	5×30	25	25	18	18	65	5

3.2. Öñşekillerin Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verileri

3.2.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Öñşekiller İçin Elde Edilen Veriler

Temsili iplik uzunluk ölçümleri, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü öñşekillerin sadece adım hareketi 1x1 olanlarda gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, yapının normal şart, minimum ve maksimum durumları için yapılmıştır.

3.2.1.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.136'da verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.136. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [2kat (3kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	4	30	14.5	3.0	5.5	8.5
Minimum	4	30	15.0	2.5	5.7	8.2
Maksimum	4	30	13.5	3.0	5.3	8.3

3.2.1.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.137'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.137. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [3kat (4kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	5	30	15.0	4.5	4.8	9.3
Minimum	5	30	15.7	5.0	5.0	10.0
Maksimum	5	30	15.5	4.0	4.0	8.0

3.2.1.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.138'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.138. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [4kat (5kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(ℓ , cm)	(ℓ_b , cm)	(ℓ_a , cm)	(ℓ_{ty} , cm)
Normal Şart	6	30	22.5	6.5	5.7	12.2
Minimum	6	30	23.0	6.0	6.0	12.0
Maksimum	6	30	22.0	6.5	5.5	12.0

3.2.1.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.139'da verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.139. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [5kat (6kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(ℓ , cm)	(ℓ_b , cm)	(ℓ_a , cm)	(ℓ_{ty} , cm)
Normal Şart	7	30	24.4	7.5	5.0	12.5
Minimum	7	30	25.0	8.0	5.3	13.3
Maksimum	7	30	24.0	7.5	4.7	12.2

3.2.1.5. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [6Kat (7Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.140'da verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.140. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [6kat (7kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	8	30	33.0	12.0	5.7	17.7
Minimum	8	30	35.0	12.0	6.3	18.3
Maksimum	8	30	34.0	11.5	5.5	17.0

3.2.1.6. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.141'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.141. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [7kat (8kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	9	30	38.0	13.0	6.5	19.5
Minimum	9	30	40.0	13.0	7.5	20.5
Maksimum	9	30	38.0	13.0	6.5	19.5

3.2.1.7. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.142'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.142. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [8kat (9kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(ℓ , cm)	(ℓ_b , cm)	(ℓ_a , cm)	(ℓ_{ty} , cm)
Normal Şart	10	30	49.0	19.0	6.7	25.7
Minimum	10	30	50.0	19.0	6.7	25.7
Maksimum	10	30	49.0	20.0	6.0	26.0

3.2.1.8. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.143'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.143. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü [9kat (10kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(ℓ , cm)	(ℓ_b , cm)	(ℓ_a , cm)	(ℓ_{ty} , cm)
Normal Şart	11	30	60.0	25.3	7.0	32.3
Minimum	11	30	60.0	24.0	7.5	31.5
Maksimum	11	30	59.0	25.5	6.2	31.7

3.2.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzanlı Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler

Temsili iplik uzunluk ölçümleri, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin sadece adım hareketi 1x1 olanlarda gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, yapının normal şart, minimum ve maksimum durumları için yapılmıştır.

3.2.2.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzanlı Saç Örgülü Önşekil [2Kat (3Kat)S + 1KatA 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.144'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.144. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_T , cm)
Normal Şart	5	30	13.5	2.0	5.0	7.0
Minimum	5	30	13.5	1.8	5.2	7.0
Maksimum	5	30	13.0	2.3	5.0	7.3

3.2.2.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzanlı Saç Örgülü Önşekil [3Kat (4Kat)S + 2KatA 1x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [2kat (3kat)S + 1Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.145'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler de yer almaktadır.

Tablo 3.145. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [3kat (4kat)S + 2Kat A 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	7	30	16.0	5.5	4.7	10.2
Minimum	7	30	15.5	5.2	4.7	9.9
Maksimum	7	30	16.0	5.6	4.7	10.3

3.2.2.3. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Öñşekil [4Kat (5Kat)S + 3KatA 1x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [3kat (4kat)S + 3Kat A 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.146'da verilmiştir. Tabloda öñşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler de yer almaktadır.

Tablo 3.146. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [4kat (5kat)S + 3Kat A 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	9	30	23.0	8.3	5.0	13.3
Minimum	9	30	22.5	7.8	5.0	12.8
Maksimum	9	30	23.5	8.3	5.0	13.3

3.2.2.4. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Önşekil [5Kat (6Kat)S + 4KatA 1x1]

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.147'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler de yer almaktadır.

Tablo 3.147. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü [5kat (6kat)S + 4Kat A 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel (C)	Radyal (R)	İplik Yüzey Uzunluğu (l , cm)	Saç Örgü İplik Uzunluğu (l_b , cm)	Yüzey Ark Uzunluğu (l_a , cm)	Toplam İplik Uzunluğu (l_{ty} , cm)
Normal Şart	11	30	30.0	9.0	6.3	15.3
Minimum	11	30	28.6	9.0	5.5	14.5
Maksimum	11	30	30.0	9.0	6.3	15.3

3.2.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller (Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler

Temsili iplik uzunluk ölçümleri, üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli önşekillerden sadece adım hareketi 1x1 olanlarda gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, yapıların normal şart, minimum ve maksimum durumları için yapılmıştır.

3.2.3.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [2Kat (3Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.148'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.148. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [2kat (3kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	4	30	12.3	5.50	7.0	12.5
Minimum	4	30	12.5	5.40	7.5	12.9
Maksimum	4	30	11.5	5.50	7.0	12.5

3.2.3.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [3Kat (4Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.149'da verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.149. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [3kat (4kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	5	30	12.5	7.0	6.5	13.5
Minimum	5	30	13.0	7.5	6.7	14.2
Maksimum	5	30	12.0	6.5	7.0	13.5

3.2.3.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [4Kat (5Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.150'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.150. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi [4kat (5kat) 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Yapı	Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri					
	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	6	30	18.0	9.5	8.0	17.5
Minimum	6	30	18.5	9.7	8.0	17.7
Maksimum	6	30	17.0	9.3	7.8	17.1

3.2.3.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [5Kat (6Kat) 1x1]

Oluşturulan öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.151'de verilmiştir. Tabloda öñşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.151. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemi [5kat (6kat) 1x1] öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Yapı	Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri					
	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	7	30	18.5	9.5	6.7	16.2
Minimum	7	30	19.0	10.5	6.9	17.4
Maksimum	7	30	18.0	9.3	6.5	15.8

3.2.3.5. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Öñşekil [6Kat (7Kat) 1x1]

Oluşturulan öñşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.152'de verilmiştir. Tabloda öñşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.152. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [6kat (7kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	8	30	21.0	12.0	8.7	20.7
Minimum	8	30	21.5	12.5	8.9	21.4
Maksimum	8	30	20.0	11.5	8.7	20.2

3.2.3.6. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [7Kat (8Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.153'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.153. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [7kat (8kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	9	30	21.0	12.2	7.5	19.7
Minimum	9	30	21.5	12.0	7.8	19.8
Maksimum	9	30	20.5	11.8	7.5	19.3

3.2.3.7. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [8Kat (9Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.154'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.154. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [8kat (9kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(ℓ , cm)	(ℓ_b , cm)	(ℓ_a , cm)	(ℓ_{ty} , cm)
Normal Şart	10	30	21.5	15.7	6.0	21.7
Minimum	10	30	22.5	16.0	5.8	21.8
Maksimum	10	30	20.5	14.5	6.0	20.5

3.2.3.8. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekil [9Kat (10Kat) 1x1]

Oluşturulan önşekilin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.155'de verilmiştir. Tabloda önşekilin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.155. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli [9kat (10kat) 1x1] önşekilin temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri						
Yapı	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(ℓ , cm)	(ℓ_b , cm)	(ℓ_a , cm)	(ℓ_{ty} , cm)
Normal Şart	11	30	26.5	19.0	8.2	27.2
Minimum	11	30	28.0	19.5	8.0	27.5
Maksimum	11	30	25.5	18.6	7.7	26.3

3.2.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzanlılı Saç Örgülü Önşekiller (Çözümlü Uzanlılı Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler

Temsili iplik uzunluk ölçümleri, üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzanlılı Bilişik yöntemli önşekillerden sadece adım hareketi 1x1 olanlarda gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, yapının normal şart, minimum ve maksimum durumları için yapılmıştır.

3.2.4.1. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunluk Ölçümü Yöntemli Örnekleme [2Kat (3Kat)B + 1KatA 1x1]

Oluşturulan örneklemin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.156'da verilmiştir. Tabloda örneklemin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.156. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü Uzunluk Ölçümü Yöntemli [2kat(3kat)B + 1Kat A 1x1] örneklemin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri.

Yapı	Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri					
	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	5	30	13.5	6.5	8.0	14.5
Minimum	5	30	14.5	6.4	8.7	15.1
Maksimum	5	30	13.0	8.5	7.0	15.5

3.2.4.2. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunluk Ölçümü Yöntemli Örnekleme [3Kat (4Kat)B + 2KatA 1x1]

Oluşturulan örneklemin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.157'de verilmiştir. Tabloda örneklemin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.157. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü Uzunluk Ölçümü Yöntemli [3kat(4kat)B + 2Kat A 1x1] örneklemin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri.

Yapı	Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri					
	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	7	30	21.3	15.7	8.0	23.7
Minimum	7	30	21.5	15.2	7.8	23.0
Maksimum	7	30	20.7	15.8	8.2	24.0

3.2.4.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunluk Ölçümü Yöntemli Örnekleme [4Kat (5Kat)B + 3KatA 1x1]

Oluşturulan örneklemin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.158'de verilmiştir. Tabloda örneklemin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.158. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzunluk Ölçümü Yöntemli [4kat(5kat)B + 3Kat A 1x1] örneklemin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri.

Yapı	Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri					
	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	9	30	22.0	16.3	8.7	25.0
Minimum	9	30	23.0	16.0	8.5	24.5
Maksimum	9	30	21.5	17.3	8.7	26.0

3.2.4.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzunluk Ölçümü Yöntemli Örnekleme [5Kat (6Kat)B + 4KatA 1x1]

Oluşturulan örneklemin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri Tablo 3.159'da verilmiştir. Tabloda örneklemin normal, maksimum ve minimum durumları için ölçülen değerler yer almaktadır.

Tablo 3.159. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzunluk Ölçümü Yöntemli [5kat(6kat)B + 4Kat A 1x1] örneklemin temsili iplik uzunluk ölçümü verileri.

Yapı	Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Parametreleri					
	Çevresel	Radyal	İplik Yüzey Uzunluğu	Saç Örgü İplik Uzunluğu	Yüzey Ark Uzunluğu	Toplam İplik Uzunluğu
	(C)	(R)	(l , cm)	(l_b , cm)	(l_a , cm)	(l_{ty} , cm)
Normal Şart	11	30	23.0	14.0	11.5	25.5
Minimum	11	30	24.0	14.0	12.5	26.5
Maksimum	11	30	22.0	13.5	10.7	24.0

3.3. Önşekillerin Poisson Oranı Ölçüm Verileri

3.3.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler

Oluşturulan önşekillerin Poisson oranı ölçüm verileri Tablo 3.160'da verilmiştir. Tabloda önşekillere yapı uzunluğu (minimum şart) ve yapı eni boyunca (maksimum şart) yük uygulandığı durumlarda ölçülen Poisson oranı değerleri yer almaktadır.

Tablo 3.160. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekiller için Poisson oranı ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Poisson Oranı Ölçüm Parametreleri				
		Çevresel × Radyal (C×R)	Kat Sayısı (K)	ΔL (cm)	ΔD (cm)	Poisson Oranı $\nu = -(\Delta D/\Delta L)$
Minimum	1×1	4×30	2Kat (3Kat)	-3.00	3.90	1.30
		5×30	3Kat (4Kat)	-2.50	4.50	1.80
		6×30	4Kat (5Kat)	-3.00	3.10	1.03
		7×30	5Kat (6Kat)	-2.00	2.50	1.25
		8×30	6Kat (7Kat)	-2.00	2.45	1.23
		9×30	7Kat (8Kat)	-1.50	2.80	1.87
		10×30	8Kat (9Kat)	-2.00	2.75	1.38
		11×30	9Kat (10Kat)	-1.50	2.75	1.83
	2×1	4×30	2Kat (3Kat)	-2.00	1.45	0.73
		7×30	5Kat (6Kat)	-1.75	2.60	1.49
		10×30	8Kat (9Kat)	-0.50	2.20	4.40
	3×1	4×30	2Kat (3Kat)	-2.50	2.90	1.16
	4×1	4×30	2Kat (3Kat)	-0.85	0.60	0.71
	Maksimum	1×1	4×30	2Kat (3Kat)	1.40	-1.85
5×30			3Kat (4Kat)	3.00	-2.35	0.78
6×30			4Kat (5Kat)	1.50	-2.00	1.33
7×30			5Kat (6Kat)	3.00	-1.65	0.55
8×30			6Kat (7Kat)	2.50	-1.70	0.68
9×30			7Kat (8Kat)	2.25	-1.55	0.69
10×30			8Kat (9Kat)	0.75	-0.80	1.07
11×30			9Kat (10Kat)	1.00	-0.50	0.50
2×1		4×30	2Kat (3Kat)	1.00	-1.80	1.80
		7×30	5Kat (6Kat)	1.00	-1.85	1.85
		10×30	8Kat (9Kat)	0.75	-1.50	2.00
3×1		4×30	2Kat (3Kat)	1.50	-0.75	0.50
4×1		4×30	2Kat (3Kat)	2.00	-1.15	0.58

3.3.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler

Oluşturulan önşekillerin Poisson oranı ölçüm verileri Tablo 3.161'de verilmiştir. Tabloda önşekillere yapı uzunluğu (minimum şart) ve yapı eni boyunca (maksimum şart) yük uygulandığı durumlarda ölçülen Poisson oranı değerleri yer almaktadır.

Tablo 3.161. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekiller için Poisson oranı ölçüm verileri.

Poisson Oranı Ölçüm Parametreleri							
Açılma Koşulları	Yapı	Çevresel × Radyal (C×R)	Kat Sayısı (K)	ΔL (cm)	ΔD (cm)	Poisson Oranı $\nu = -(\Delta D/\Delta L)$	
Minimum	1×1	5×30	2Kat (3Kat)S + 1Kat A	-0.80	2.40	3.00	
		7×30	3Kat (4Kat)S + 2Kat A	-0.50	1.35	2.70	
		9×30	4Kat (5Kat)S + 3Kat A	-0.75	0.75	1.00	
		11×30	5Kat (6Kat)S + 4Kat A	-0.35	0.40	1.14	
	2×1	5×30	2Kat (3Kat)S + 1Kat A	-1.00	1.25	1.25	
		11×30	5Kat (6Kat)S + 4Kat A	-0.90	1.65	1.83	
		3×1	5×30	2Kat (3Kat)S + 1Kat A	-1.00	0.85	0.85
			11×30	5Kat (6Kat)S + 4Kat A	-0.75	0.75	1.00
	4×1	5×30	2Kat (3Kat)S + 1Kat A	-0.75	0.25	0.33	
	Maksimum	1×1	5×30	2Kat (3Kat)S + 1Kat A	0.40	-0.50	1.25
			7×30	3Kat (4Kat)S + 2Kat A	0.25	-0.40	1.60
			9×30	4Kat (5Kat)S + 3Kat A	0.50	-0.35	0.70
11×30			5Kat (6Kat)S + 4Kat A	0.60	-0.60	1.00	
2×1		5×30	2Kat (3Kat)S + 1Kat A	1.00	-1.50	1.50	
		11×30	5Kat (6Kat)S + 4Kat A	0.50	-0.70	1.40	
		3×1	5×30	2Kat (3Kat)S + 1Kat A	0.75	-0.40	0.53
			11×30	5Kat (6Kat)S + 4Kat A	0.75	-1.00	1.33
4×1		5×30	2Kat (3Kat)S + 1Kat A	1.25	-1.25	1.00	

3.3.3. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Bilişik Yöntemli Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler

Oluşturulan önşekillerin Poisson oranı ölçüm verileri Tablo 3.162'de verilmiştir. Tabloda önşekillere yapı uzunluğu (minimum şart) ve yapı eni boyunca (maksimum şart) yük uygulandığı durumlarda ölçülen Poisson oranı değerleri yer almaktadır.

Tablo 3.162. Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yöntemli öñşekiller için Poisson oranı ölçüm verileri.

Poisson Oranı Ölçüm Parametreleri							
Açılma Koşulları	Yapı	Çevresel × Radyal (C×R)	Kat Sayısı (K)	ΔL (cm)	ΔD (cm)	Poisson Oranı $\nu = -(\Delta D/\Delta L)$	
Minimum	1×1	4×30	2Kat (3Kat)	-0.75	1.00	1.33	
		5×30	3Kat (4Kat)	-0.75	1.10	1.47	
		6×30	4Kat (5Kat)	-0.75	1.85	2.47	
		7×30	5Kat (6Kat)	-0.50	1.65	3.30	
		8×30	6Kat (7Kat)	-1.00	3.10	3.10	
		9×30	7Kat (8Kat)	-0.85	2.95	3.47	
		10×30	8Kat (9Kat)	-0.50	2.75	5.50	
		11×30	9Kat (10Kat)	-0.50	3.50	7.00	
	2×1	4×30	2Kat (3Kat) dış katman	0.00	1.90	–	
		4×30	2Kat (3Kat) iç katman	-0.50	1.90	3.80	
		7×30	5Kat (6Kat) dış katman	0.00	2.10	–	
		7×30	5Kat (6Kat) iç katman	-0.50	1.60	3.20	
		10×30	8Kat (9Kat) dış katman	0.00	2.00	–	
		10×30	8Kat (9Kat) iç katman	-0.50	2.00	4.00	
	3×1	4×30	2Kat (3Kat)	-0.60	0.95	1.58	
	4×1	4×30	2Kat (3Kat)	-0.75	1.15	1.53	
	6×1	4×30	2Kat (3kat)	-1.00	1.25	1.25	
	Maksimum	1×1	4×30	2Kat (3Kat)	1.00	-1.05	1.05
			5×30	3Kat (4Kat)	1.50	-1.65	1.10
			6×30	4Kat (5Kat)	0.25	-1.65	6.60
			7×30	5Kat (6Kat)	0.25	-1.50	6.00
8×30			6Kat (7Kat)	0.50	-2.75	5.50	
9×30			7Kat (8Kat)	0.50	-3.05	6.10	
10×30			8Kat (9Kat)	0.50	-2.75	5.50	
11×30			9Kat (10Kat)	0.50	-2.75	5.50	
2×1		4×30	2Kat (3Kat) dış katman	0.00	-1.00	–	
		4×30	2Kat (3Kat) iç katman	0.75	-1.10	1.47	
		7×30	5Kat (6Kat) dış katman	0.00	-2.40	–	
		7×30	5Kat (6Kat) iç katman	1.25	-2.40	1.92	
		10×30	8Kat (9Kat) dış katman	0.00	-3.10	–	
		10×30	8Kat (9Kat) iç katman	0.50	-2.85	5.70	
3×1		4×30	2Kat (3Kat)	0.90	-2.00	2.22	
4×1		4×30	2Kat (3Kat)	0.50	-1.75	3.50	
6×1		4×30	2Kat (3Kat)	0.75	-1.00	1.33	

3.3.4. Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemli Öncekillikler İçin Elde Edilen Veriler

Oluşturulan öncekilliklerin Poisson oranı ölçüm verileri Tablo 3.163'de verilmiştir. Tabloda öncekilliklere yapı uzunluğu (minimum şart) ve yapı eni boyunca (maksimum şart) yük uygulandığı durumlarda ölçülen Poisson oranı değerleri yer almaktadır.

Tablo 3.163. Üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı Bilişik yöntemli öncekillikler için Poisson oranı ölçüm verileri.

Poisson Oranı Ölçüm Parametreleri							
Açılma Koşulları	Yapı	Çevresel × Radyal (C×R)	Kat Sayısı (K)	ΔL (cm)	ΔD (cm)	Poisson Oranı $\nu = -(\Delta D/\Delta L)$	
Minimum	1×1	5×30	2Kat (3Kat)B + 1Kat A	-0.75	1.35	1.80	
		7×30	3Kat (4Kat)B + 2Kat A	-0.50	1.40	2.80	
		9×30	4Kat (5Kat)B + 3Kat A	-0.25	1.35	5.40	
		11×30	5Kat (6Kat)B + 4Kat A	-0.25	1.95	7.80	
	2×1	5×30	2Kat (3Kat)B + 1Kat A dış katman	0.00	1.65	–	
		5×30	2Kat (3Kat)B + 1Kat A iç katman	-0.50	1.65	3.30	
		11×30	5Kat (6Kat)B + 4Kat A dış katman	0.00	2.35	–	
		11×30	5Kat (6Kat)B + 4Kat A iç katman	-0.60	2.35	3.92	
	3×1	5×30	2Kat (3Kat)B + 1Kat A	-0.50	0.85	1.70	
		11×30	5Kat (6Kat)B + 4Kat A	-1.00	1.10	1.10	
	4×1	5×30	2Kat (3Kat)B + 1Kat A	-0.85	1.45	1.71	
	Maksimum	1×1	5×30	2Kat (3Kat)B + 1Kat A	0.75	-1.20	1.60
			7×30	3Kat (4Kat)B + 2Kat A	0.50	-3.30	6.60
			9×30	4Kat (5Kat)B + 3Kat A	0.40	-3.20	8.00
11×30			5Kat (6Kat)B + 4Kat A	0.50	-4.60	9.20	
2×1		5×30	2Kat (3Kat)B + 1Kat A dış katman	0.00	-2.20	–	
		5×30	2Kat (3Kat)B + 1Kat A iç katman	0.25	-2.20	8.80	
		11×30	5Kat (6Kat)B + 4Kat A dış katman	0.00	-3.80	–	
		11×30	5Kat (6Kat)B + 4Kat A iç katman	0.50	-3.80	7.60	
3×1		5×30	2Kat (3Kat)B + 1Kat A	0.50	-2.00	4.00	
		11×30	5Kat (6Kat)B + 4Kat A	0.50	-1.65	3.30	
4×1		5×30	2Kat (3Kat)B + 1Kat A	0.50	-1.70	3.40	

4. BÖLÜM

TARTIŞMA – SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Geleneksel Üç Boyutlu Dairesel Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Veriler

Geleneksel (3D) dairesel saç örgülü yöntem ile üretilen 1x1 ve 3x1 adımlı önşekillerde, katlarıyla tamamı ile kesişmeli entegre olmuş bir yapı elde edilmiştir. Ancak 2x1 ve 4x1 adımlı önşekillerde ise katlar arası bağlantılı bir yapı elde edilmemiştir ve bu çift adımlı yapılar, çok katmanlı iç içe geçmiş silindirik yapı formunda kendini göstermiştir.

4.1.1. Önşekillerin Yapı ve Birim Hücredeki Boyutsal Ölçüm Verileri

Tablo 4.1'de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altındaki, Tablo 4.2'de ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yapı ve birim hücrenin boyutsal ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.1. Geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.

Yapı	Kat Sayısı	İplik		Yapı		Birim Hücre		Sıklık (uç/5cm)
		Çevresel × Radyal (C×R)	Uzunluk × Çap × Duvar Kalınlığı (cm)	Uzunluk × Dış Çap Genişliği × Duvar Kalınlığı (cm)	Sıklık			
1×1	2Kat(3Kat)	4 × 30	26.00 × 16.30 × 1.488	10.50 × 10.20 × 1.488	4			
	3Kat(4Kat)	5 × 30	26.00 × 18.00 × 2.011	11.50 × 9.00 × 2.011	4			
	4Kat(5Kat)	6 × 30	26.00 × 19.00 × 2.680	14.00 × 17.50 × 2.680	3			
	5Kat(6Kat)	7 × 30	26.00 × 17.80 × 2.863	16.40 × 17.60 × 2.863	3			
	6Kat(7Kat)	8 × 30	26.00 × 19.40 × 3.190	24.00 × 24.00 × 3.190	3			
	7Kat(8Kat)	9 × 30	26.00 × 20.10 × 4.180	28.00 × 25.00 × 4.180	3			
	8Kat(9Kat)	10 × 30	26.00 × 21.00 × 4.383	30.00 × 38.00 × 4.383	3			
	9Kat(10Kat)	11 × 30	26.00 × 21.00 × 5.145	47.00 × 38.00 × 5.145	3			
	2×1	2Kat(3Kat)	4 × 30	26.00 × 11.40 × 3.156	5.00 × 3.00 × 3.156	3		
5Kat(6Kat)		7 × 30	26.00 × 15.90 × 4.727	7.20 × 4.50 × 4.727	4			
8Kat(9Kat)		10 × 30	26.00 × 18.00 × 5.880	6.50 × 3.00 × 5.880	3			
3×1	2Kat(3Kat)	4 × 30	26.00 × 17.10 × 2.981	13.30 × 15.50 × 2.981	4			
4×1	2Kat(3Kat)	4 × 30	26.00 × 10.50 × 3.354	5.30 × 3.30 × 3.354	5			

Tablo 4.2. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.

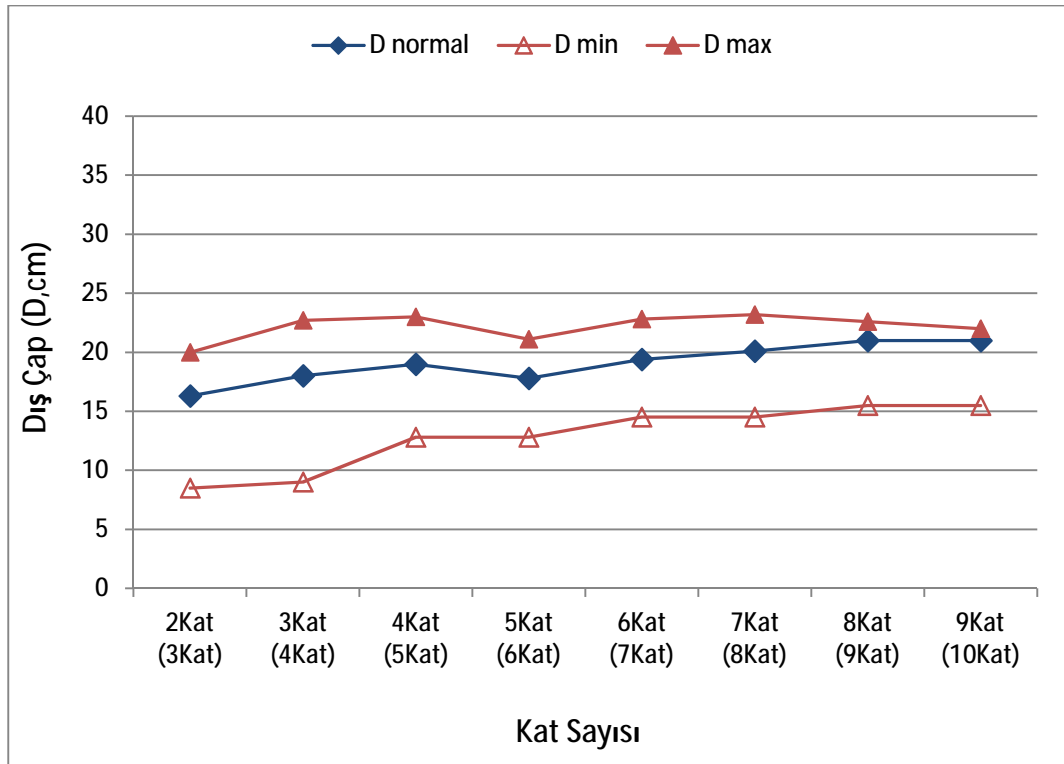
Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik	Yapı	Birim Hücre		Sıklık (Uç/5cm)
			Çevresel × Radyal (C×R)	Uzunluk × Çap × Duvar Kalınlığı (cm)	Uzunluk × Dış Çap × Duvar Kalınlığı Genişliği (cm)		
Minimum	1x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	32.00 × 8.50 × 1.697	14.00 × 5.50 × 1.697	6	
		3Kat(4Kat)	5 × 30	31.00 × 9.00 × 2.214	15.20 × 6.00 × 2.214	5	
		4Kat(5Kat)	6 × 30	32.00 × 12.80 × 2.878	20.00 × 12.00 × 2.878	4	
		5Kat(6Kat)	7 × 30	30.00 × 12.80 × 3.071	22.00 × 12.00 × 3.071	4	
		6Kat(7Kat)	8 × 30	30.00 × 14.50 × 4.150	31.00 × 15.00 × 4.150	4	
		7Kat(8Kat)	9 × 30	29.00 × 14.50 × 4.206	33.00 × 20.00 × 4.206	4	
		8Kat(9Kat)	10 × 30	30.00 × 15.50 × 5.045	38.00 × 28.00 × 5.045	4	
		9Kat(10Kat)	11 × 30	29.00 × 15.50 × 5.341	52.00 × 28.00 × 5.341	4	
	2x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	30.00 × 8.50 × 2.760	5.70 × 1.70 × 2.760	3	
		5Kat(6Kat)	7 × 30	29.50 × 10.70 × 4.086	10.50 × 3.00 × 4.086	5	
		8Kat(9Kat)	10 × 30	27.00 × 13.60 × 5.245	7.30 × 2.00 × 5.245	4	
		3x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	31.00 × 11.30 × 4.013	17.50 × 11.00 × 4.013	6
	4x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	27.70 × 9.30 × 2.702	6.00 × 2.70 × 2.702	5	
	Maksimum	1x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	23.20 × 20.00 × 1.552	9.00 × 11.50 × 1.552	4
			3Kat(4Kat)	5 × 30	20.00 × 22.70 × 1.794	8.80 × 11.50 × 1.794	3
			4Kat(5Kat)	6 × 30	23.00 × 23.00 × 2.080	11.00 × 19.00 × 2.080	3
5Kat(6Kat)			7 × 30	20.00 × 21.10 × 2.960	13.40 × 19.00 × 2.960	3	
6Kat(7Kat)			8 × 30	21.00 × 22.80 × 3.477	19.00 × 27.00 × 3.477	3	
7Kat(8Kat)			9 × 30	21.50 × 23.20 × 3.654	23.00 × 30.00 × 3.654	3	
8Kat(9Kat)			10 × 30	24.50 × 22.60 × 4.087	29.00 × 42.00 × 4.087	3	
9Kat(10Kat)			11 × 30	24.00 × 22.00 × 4.870	36.00 × 46.00 × 4.870	2	
2x1		2Kat(3Kat)	4 × 30	24.00 × 15.00 × 2.460	4.00 × 4.00 × 2.460	2	
		5Kat(6Kat)	7 × 30	24.00 × 19.60 × 3.600	6.50 × 6.00 × 3.600	3	
		8Kat(9Kat)	10 × 30	24.50 × 21.00 × 4.828	6.00 × 4.00 × 4.828	3	
		3x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	23.00 × 18.60 × 2.463	10.50 × 17.50 × 2.463	3
4x1		2Kat(3Kat)	4 × 30	22.00 × 12.80 × 2.430	5.00 × 3.50 × 2.430	3	

4.1.1.1. Dış Çap Ve Uzunluk Verilerinin Değerlendirilmesi

4.1.1.1.1. Dış Çap – Kat Sayısı

Şekil 4.1’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap değerleri için dış çap – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça yapıların dış çap değerlerinin hafif bir şekilde artarak sabit bir değere yakınsandığı tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, normal koşuldaki dış çap değerlerinin açılma

koşulları (minimum - maksimum) dış çap değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Oluşturulan önşekillerde aparat üzerindeki (loom conditions) boyutsal denge, aparat dışındaki (out-of loom conditions) boyutsal denge ve bunlara uygulanacak olası terbiye işlemleri ile oluşacak boyutsal denge birbirlerinden farklı olacaktır.

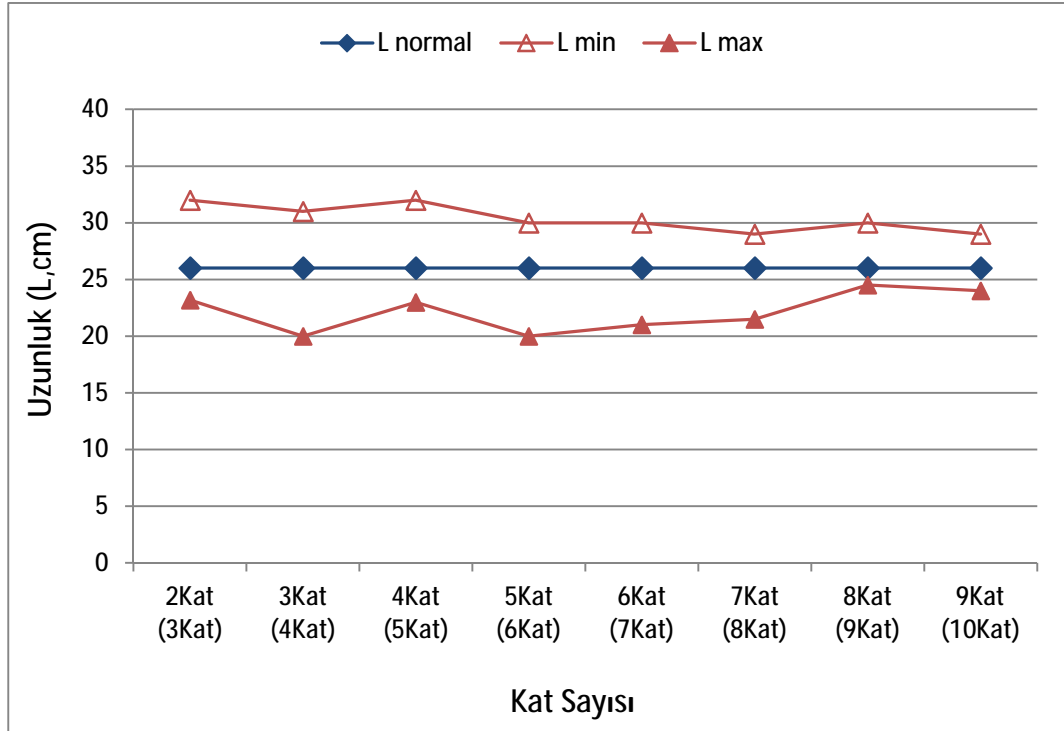


Şekil 4.1. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – kat sayısı grafiği.

4.1.1.1.2. Uzunluk – Kat Sayısı

Şekil 4.2’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı artmasının nerede ise yapıların uzunluk değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde normal koşuldaki uzunluk değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) uzunluk değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca minimum koşuldaki uzunluk değerlerinde artış olduğu, maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinde ise azalma olduğu gözlemlenmiştir.



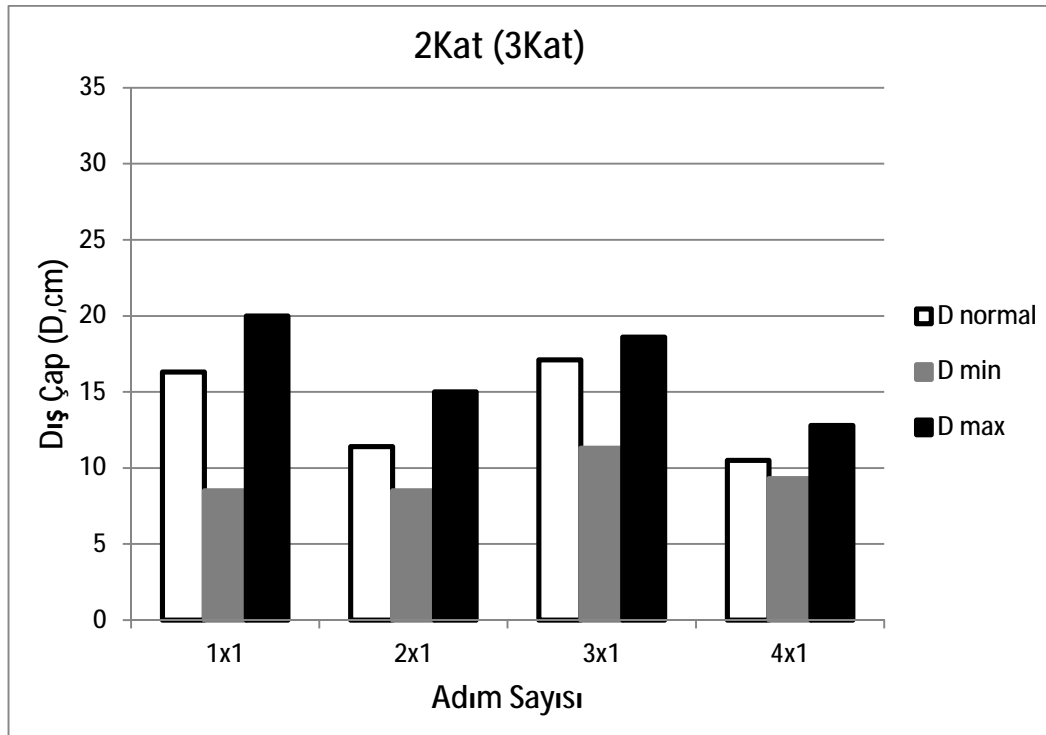
Şekil 4.2. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – kat sayısı grafiği.

4.1.1.1.3. Dış Çap – Adım Sayısı

4.1.1.1.3.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Dış Çap – Adım Sayısı

Şekil 4.3'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap değerleri için dış çap – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde dış çap değerlerinde genel olarak hafif bir artış olduğu, ancak adım sayısı 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde dış çap değerlerinde genel olarak hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, normal koşuldaki dış çap değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul

dış çap değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca 1x1 ve 3x1 adım sayılı öñsekilerin dış çap değerlerinin 2x1 ve 4x1 adım sayılı öñsekilerdeki dış çap değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise 2x1 ve 4x1 adımlı öñsekilerde katmanlar kilitlemediği için katmanların birbirleri üzerinde basınç yaparak en iç çapta çökme olmasına neden olduğu ve bunun sonucunda dış çap değerlerinin daha düşük çıktığı anlaşılmıştır.



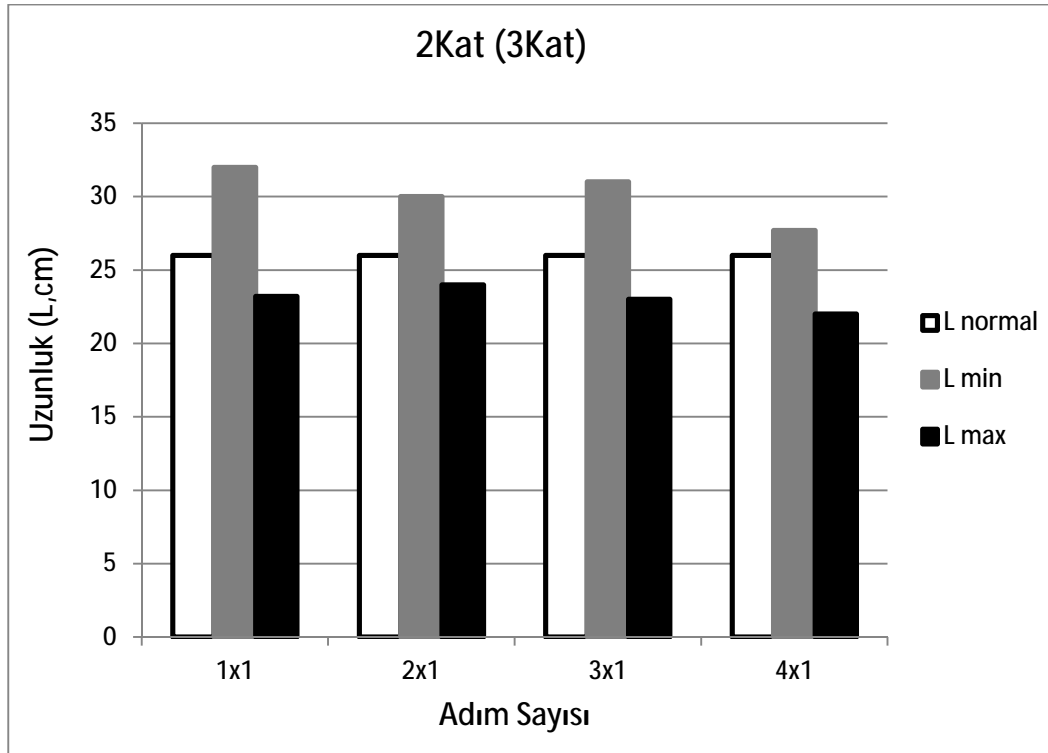
Şekil 4.3. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñsekilerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – adım sayısı grafiği.

4.1.1.1.4. Uzunluk – Adım Sayısı

4.1.1.1.4.1. 2kat (3kat) Öñsekiler İçin Uzunluk – Adım Sayısı

Şekil 4.4'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñsekilerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk değerleri için uzunluk – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñsekilerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde normal koşul altındaki uzunluk değerlerinde bir farklılık

gözlemlenmemiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, normal koşuldaki uzunluk değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul uzunluk değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca minimum koşuldaki uzunluk değerlerinde artış olduğu, maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinde ise azalma olduğu tespit edilmiştir.



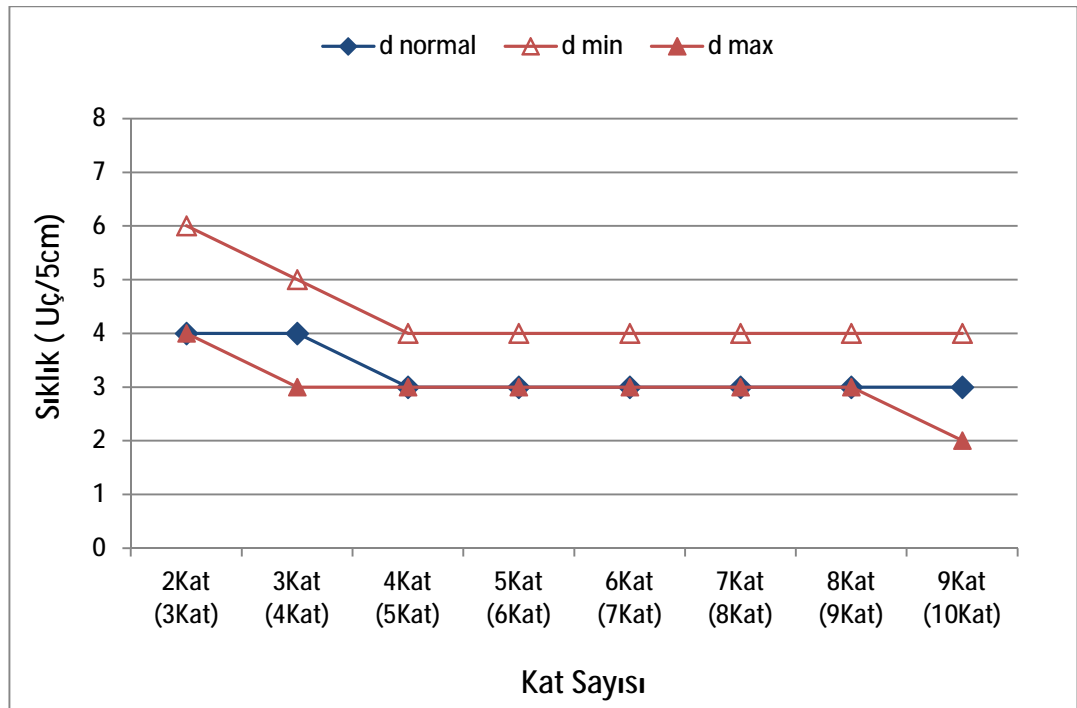
Şekil 4.4. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – adım sayısı grafiği.

4.1.1.2. Sıklık Verilerinin Değerlendirilmesi

4.1.1.2.1. Sıklık – Kat Sayısı

Şekil 4.5’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşulu için kat sayısı arttıkça sıklık değerleri 4Kat(5Kat)'a kadar azalmış, 4Kat(5Kat)'dan sonra sabit bir değerde odaklandığı

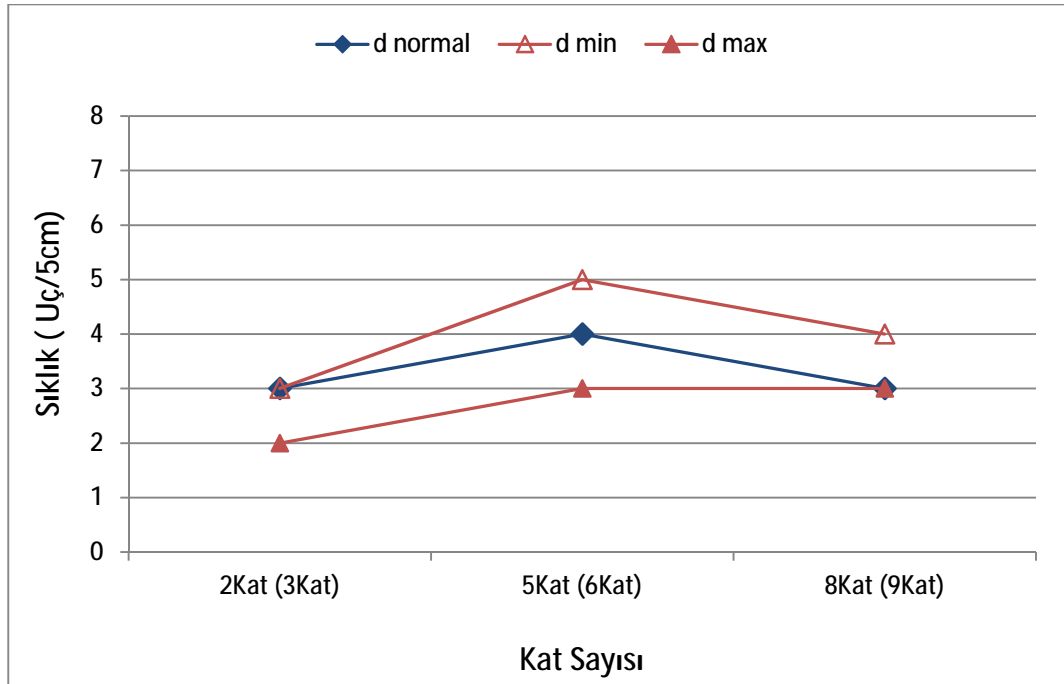
görülmüştür. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin açılma koşullarında (Jamming Conditions) ise, minimum koşulda yapıların sıklık değerlerinin normal ve maksimum koşullara göre arttığı görülmüştür. Maksimum koşulda ise yapıların sıklık değerlerinin, minimum koşula göre azaldığı ancak normal koşulla benzerlik gösterdiği görülmüştür. Minimum koşul sıklık değerleri 4 uç/5cm ile 6 uç/5cm arasında değişirken, maksimum koşul sıklık değerleri 2 uç/5cm ile 4 uç/5cm arasında değişmekte olduğu normal koşul sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.5. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.6'da geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça sıklık değerlerinin de arttığı görülmüştür. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerde normal koşuldaki sıklık değerlerinin, minimum koşul ile maksimum koşul sıklık değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Minimum koşul sıklık değerleri 3 uç/5cm ile 5

uç/5cm arasında değişirken, maksimum koşul sıklık değerleri 2 uç/5cm ile 3 uç/5cm arasında değişmekte olduğu normal koşul sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.6. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği.

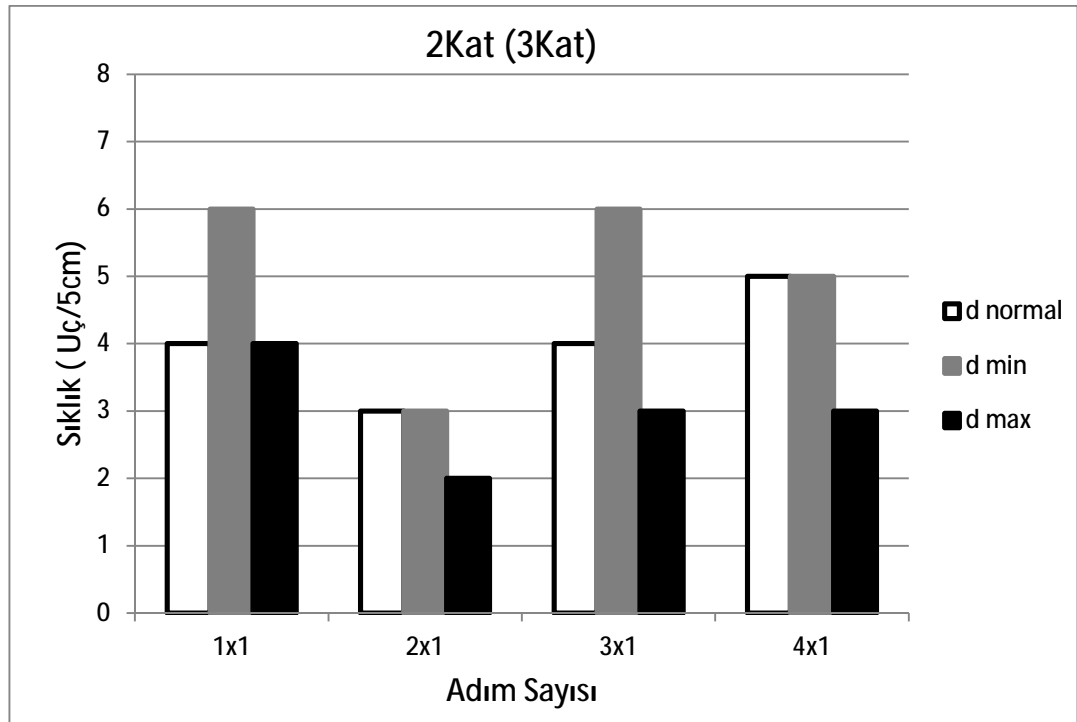
4.1.1.2.2. Sıklık – Adım Sayısı

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerde sadece 2Kat(3Kat), 5Kat(6Kat) ve 8Kat(9Kat)' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece bu yapılarda sıklık – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.1.1.2.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı

Şekil 4.7'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde benzer sıklık değerleri bulunmuştur. Ancak adım sayısı 2x1'den 4x1'e

değiştirildiğinde sıklık değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerde genellikle, normal koşuldaki sıklık değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul sıklık değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Minimum koşul sıklık değerleri 3 uç/5cm ile 6 uç/5cm arasında değişirken, maksimum koşul sıklık değerleri 2 uç/5cm ile 4 uç/5cm arasında değişmekte olduğu ve normal koşul sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer almaktadır.

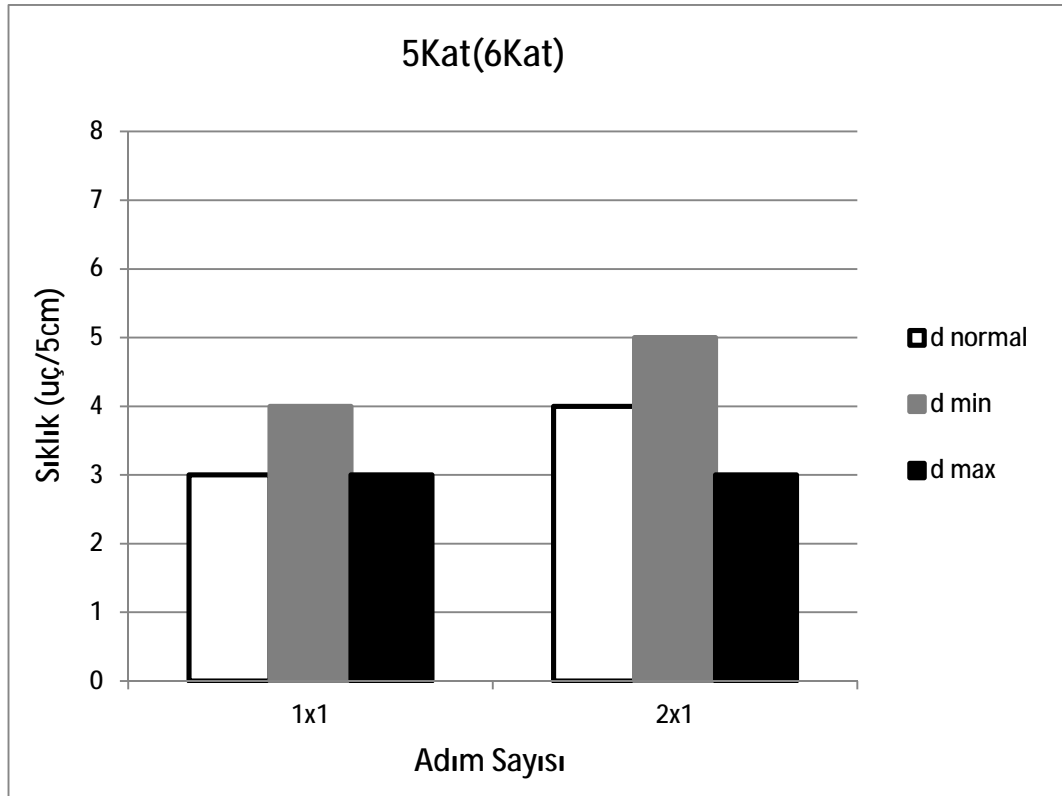


Şekil 4.7. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği.

4.1.1.2.2.2. 5kat (6kat) Öñşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı

Şekil 4.8’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerde, normal koşuldaki sıklık değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul sıklık değerleri arasında yer aldığı görülmüştür. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekiller, geleneksel

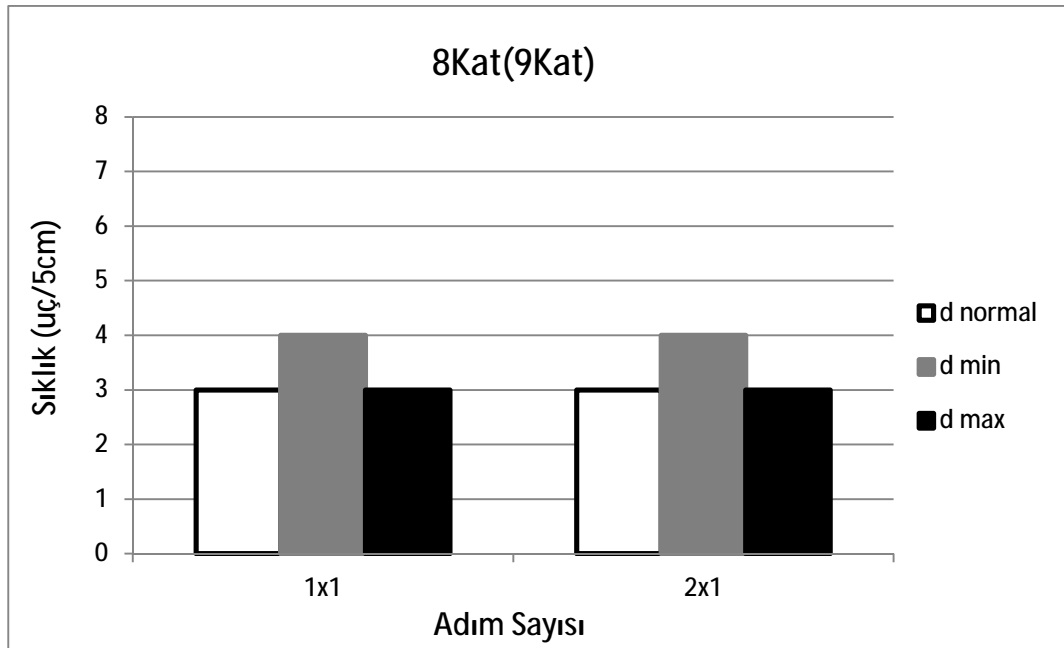
üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerle kıyaslandığında, sıklık değerlerinde 2kat(3kat)'daki sıklık değerlerine göre az bir düşüş olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.8. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği.

4.1.1.2.2.3. 8kat (9kat) Öñşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı

Şekil 4.9'da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde, minimum koşuldaki sıklık değerlerinin normal koşul ile maksimum koşul sıklık değerlerinden biraz daha yüksek bir değerde olduğu görülmüştür. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekiller, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerle kıyaslandığında, sıklık değerlerinde 2kat(3kat)'daki sıklık değerlerine göre az bir düşüş olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.9. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği.

4.1.2. Önşekillerin Açısal Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi

Tablo 4.3'de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altındaki, Tablo 4.4'de ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki açısal ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.3. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında açısal ölçüm verileri.

Yapı	Kat Sayısı	İplik	Yüzey Açısı ($\pm\theta^{\circ}$)	Düzlem Dışı Açı ($\pm\theta_b^{\circ}$)	Helis Açısı ($\pm\theta_h^{\circ}$)
		Çevresel \times Radyal (C \times R)			
1x1	2Kat(3Kat)	4 \times 30	45	15	45
	3Kat(4Kat)	5 \times 30	41	18	49
	4Kat(5Kat)	6 \times 30	41	23	49
	5Kat(6Kat)	7 \times 30	45	26	45
	6Kat(7Kat)	8 \times 30	41	30	49
	7Kat(8Kat)	9 \times 30	43	29	47
	8Kat(9Kat)	10 \times 30	40	25	50
	9Kat(10Kat)	11 \times 30	35	20	55
	2x1	2Kat(3Kat)	4 \times 30	35	8
5Kat(6Kat)		7 \times 30	27	10	63
8Kat(9Kat)		10 \times 30	25	12	65
3x1	2Kat(3Kat)	4 \times 30	50	45	40
4x1	2Kat(3Kat)	4 \times 30	35	14	55

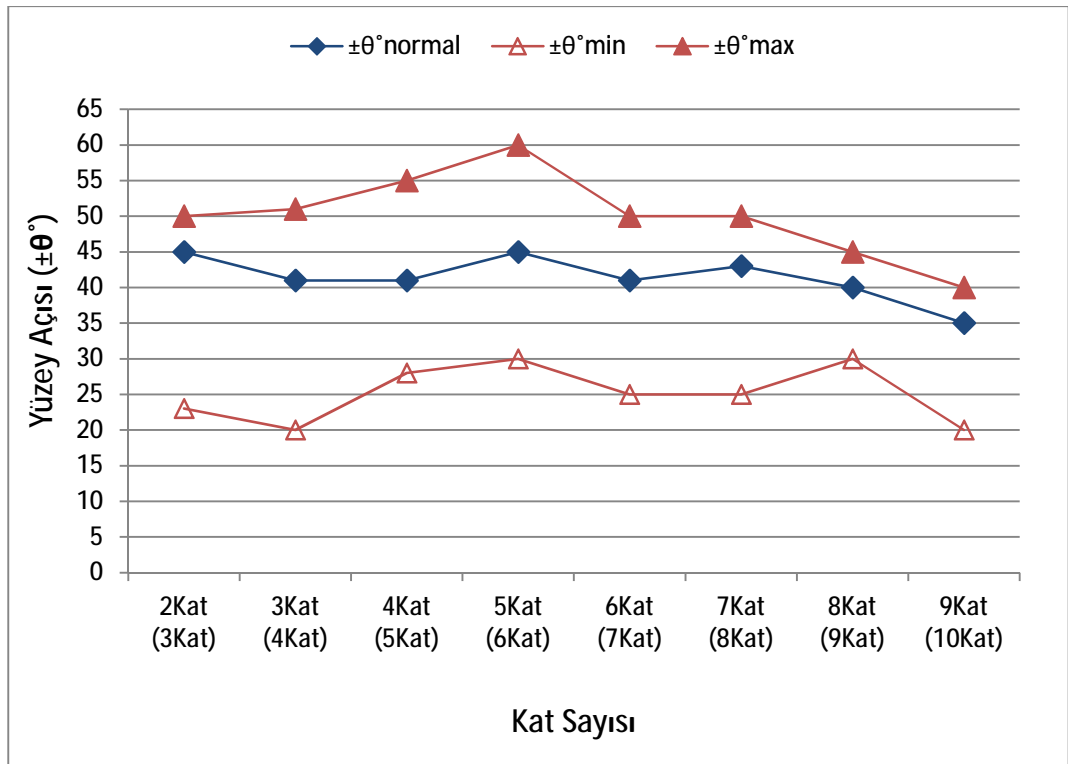
Tablo 4.4. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında açılma ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik	Yüzey Açısı ($\pm\theta^\circ$)	Düzlem Dışı Açısı ($\pm\theta_b^\circ$)	Helis Açısı ($\pm\theta_h^\circ$)	
			Çevresel \times Radyal (C \times R)				
Minimum	1x1	2Kat(3Kat)	4 \times 30	23	16	67	
		3Kat(4Kat)	5 \times 30	20	21	70	
		4Kat(5Kat)	6 \times 30	28	30	62	
		5Kat(6Kat)	7 \times 30	30	32	60	
		6Kat(7Kat)	8 \times 30	25	33	65	
		7Kat(8Kat)	9 \times 30	25	30	65	
		8Kat(9Kat)	10 \times 30	30	25	60	
		9Kat(10Kat)	11 \times 30	20	20	70	
	2x1	2Kat(3Kat)	4 \times 30	20	9	70	
		5Kat(6Kat)	7 \times 30	15	11	75	
		8Kat(9Kat)	10 \times 30	20	13	70	
	3x1	2Kat(3Kat)	4 \times 30	30	45	60	
	4x1	2Kat(3Kat)	4 \times 30	30	18	60	
	Maksimum	1x1	2Kat(3Kat)	4 \times 30	50	15	40
			3Kat(4Kat)	5 \times 30	51	15	39
			4Kat(5Kat)	6 \times 30	55	22	35
5Kat(6Kat)			7 \times 30	60	25	30	
6Kat(7Kat)			8 \times 30	50	27	40	
7Kat(8Kat)			9 \times 30	50	23	40	
8Kat(9Kat)			10 \times 30	45	20	45	
9Kat(10Kat)			11 \times 30	40	20	50	
2x1		2Kat(3Kat)	4 \times 30	45	7	45	
		5Kat(6Kat)	7 \times 30	30	9	60	
		8Kat(9Kat)	10 \times 30	30	11	60	
3x1		2Kat(3Kat)	4 \times 30	55	35	35	
4x1		2Kat(3Kat)	4 \times 30	40	12	50	

4.1.2.1. Açık – Kat Sayısı

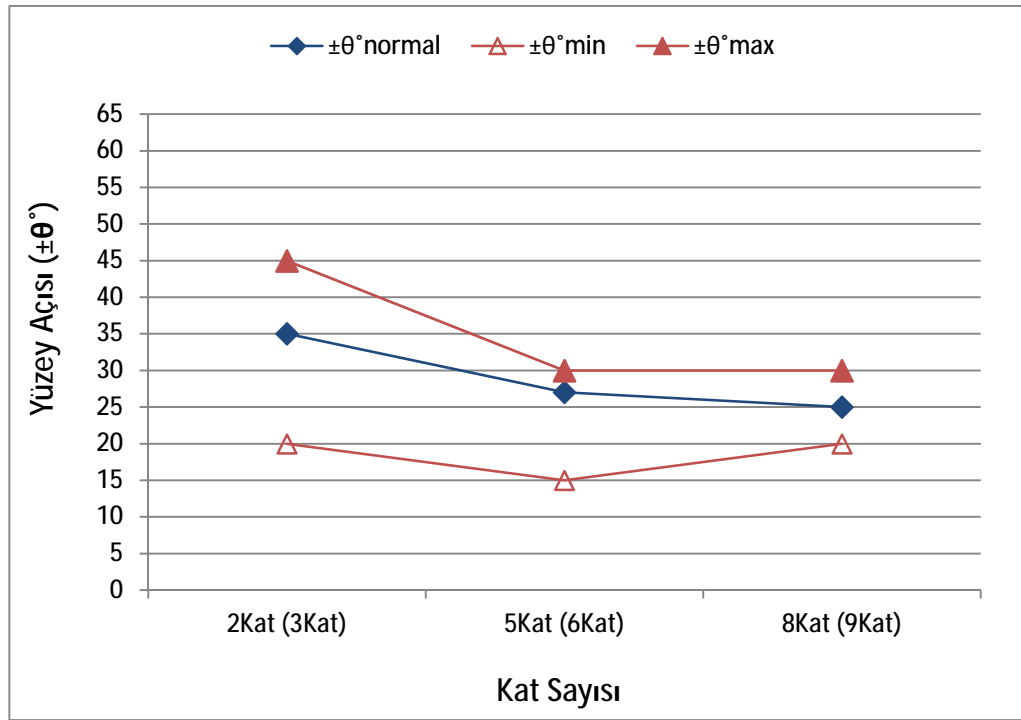
Şekil 4.10’da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için

açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça yüzey açısında hafif bir azalma eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul yüzey açısı değerleri yaklaşık olarak 20° ile 30° arasında değişirken, maksimum koşul yüzey açısı değerleri yaklaşık olarak 40° ile 60° arasında değişmekte olduğu ve normal koşul yüzey açısı değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.10. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.11’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça yüzey açısında hafif bir azalma eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul yüzey açısı değerleri yaklaşık olarak 15° ile 20° arasında değişirken, maksimum koşul yüzey açısı değerleri yaklaşık olarak 30° ile 45° arasında değişmekte olduğu ve normal koşul yüzey açısı değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

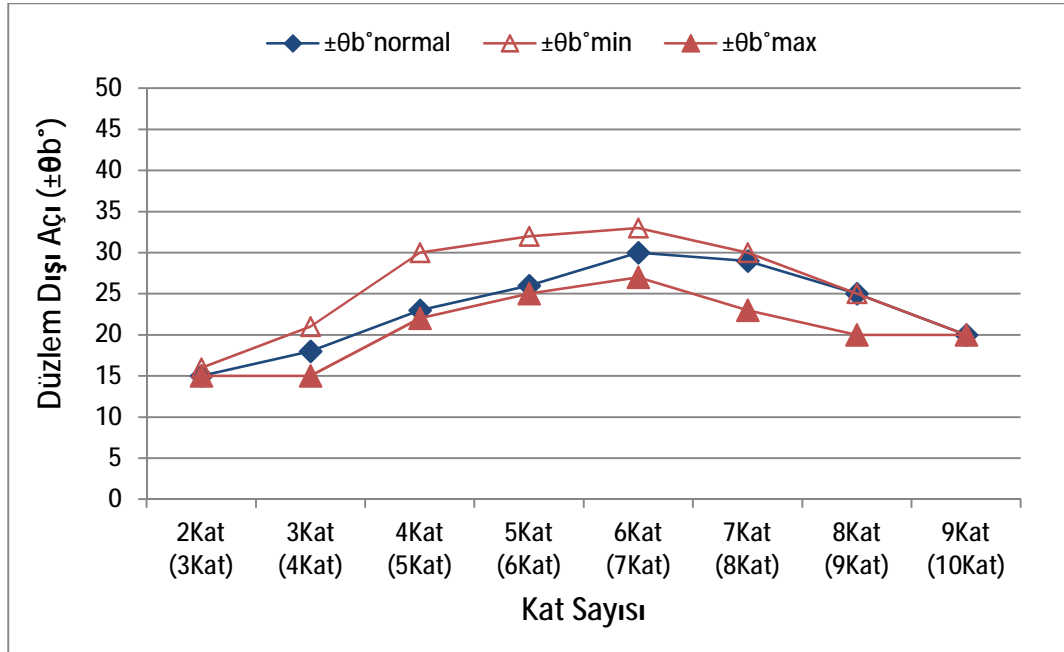


Şekil 4.11. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği.

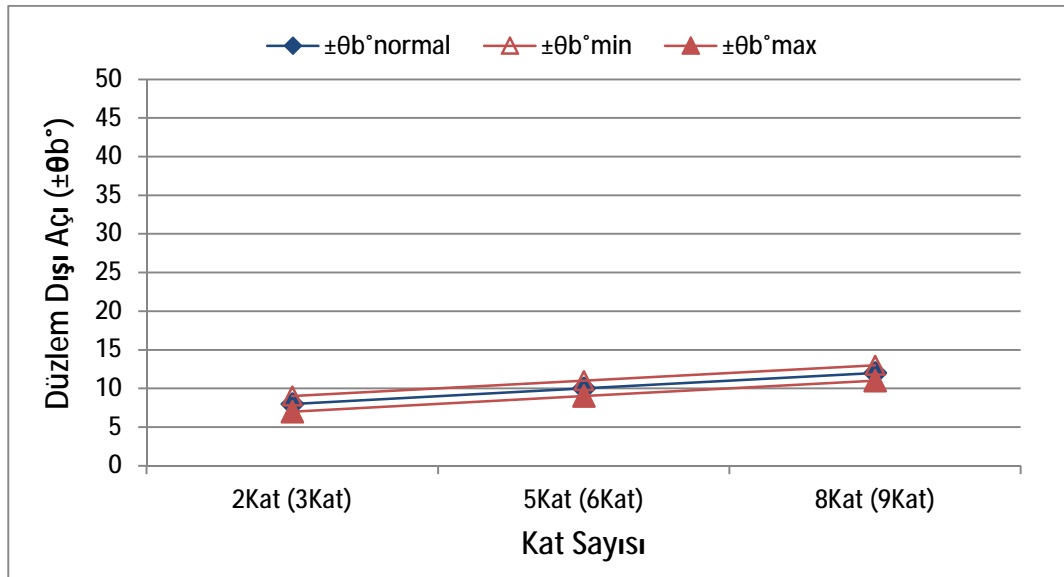
Şekil 4.12’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^{\circ}$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, saç örgü açısı değerlerinin 6Kat(7Kat) önşekile kadar hafif bir artış göstermesine rağmen 6Kat(7Kat) önşekilden itibaren 9Kat(10Kat) önşekile kadar olan saç örgü açısı değerlerinde hafif bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul saç örgü açısı değerleri yaklaşık olarak 16° ile 33° arasında değişirken, maksimum koşul saç örgü açısı değerleri yaklaşık olarak 15° ile 27° arasında değişmekte olduğu ve normal koşul saç örgü açısı değerlerinin her katman için bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

Şekil 4.13’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^{\circ}$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça saç örgü açısı değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D)

dairesel sa örgülü 2x1 önşekillerin normal koşulu için, sa örgü açı değerlerinin 8° ile 12° arasında olduğu tespit edilmiştir.

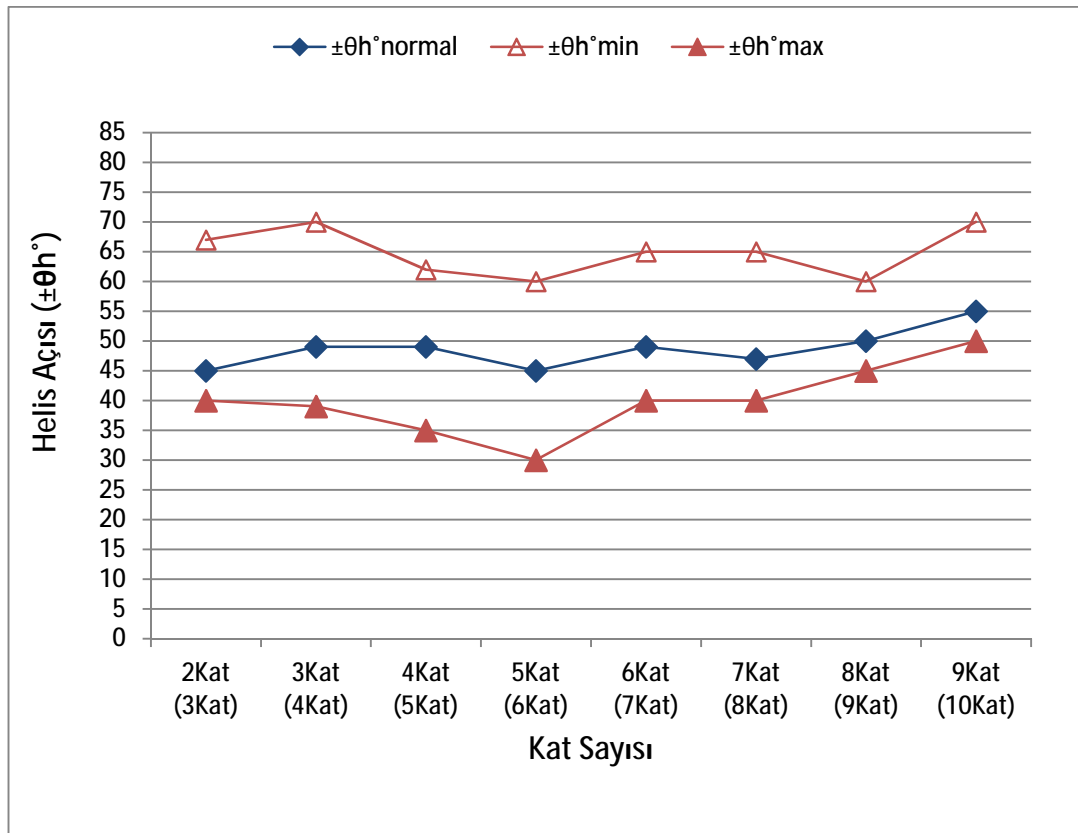


şekil 4.12. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel sa örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (sa örgü açısı) – kat sayısı grafiği.



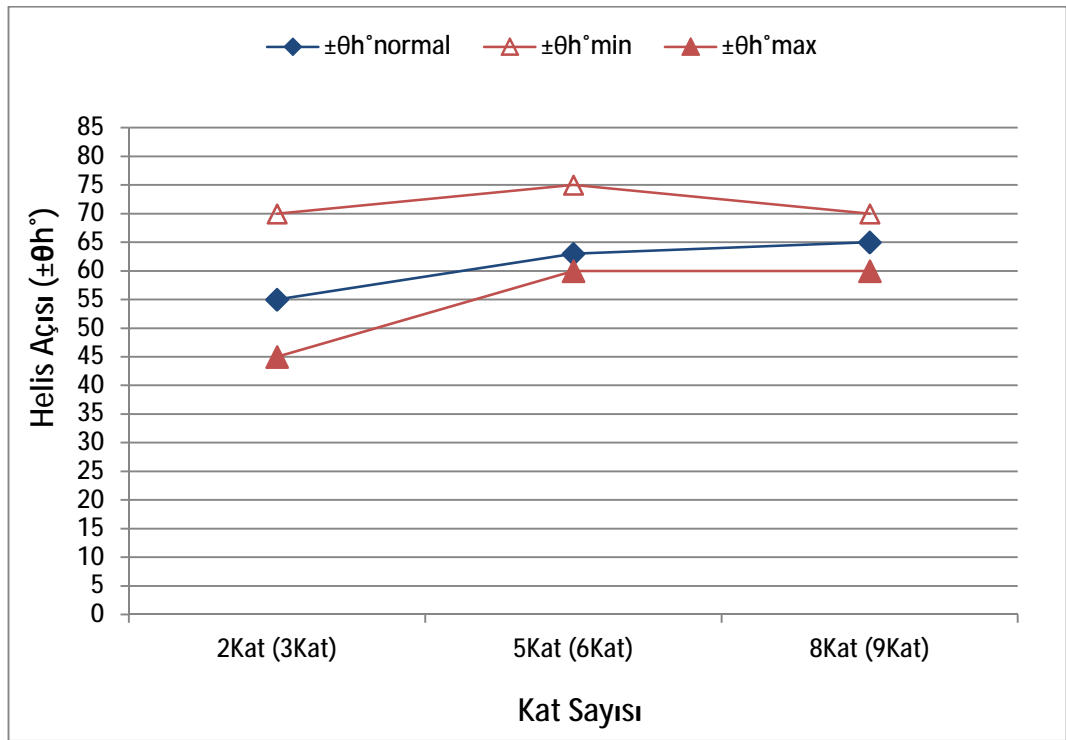
şekil 4.13. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel sa örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (sa örgü açısı) – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.14'de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için açılı - kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça helis açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul helis açısı değerleri yaklaşık olarak 60° ile 70° arasında değişirken, maksimum koşul helis açısı değerleri yaklaşık olarak 30° ile 50° arasında değişmekte olduğu normal koşul helis açısı değerlerinin ise bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir ve 45° ile 55° arasında değiştiği tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin minimum koşullardaki helis açısı değerlerinin, maksimum koşullardaki helis açısı değerlerinden daha büyük olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni minimum koşulda saç örgü ipliğinin açılma hareketi ile yapının uzunluğu boyundaki (z) eksenle açılma olarak yaklaşması sonucu yapıların normali (radyal) doğrultusuyla yapmış olduğu açının artması ile izah edilebilir.



Şekil 4.14. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı - kat sayısı grafiği.

Şekil 4.15’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça helis açısında hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul helis açısı değerleri yaklaşık olarak 70° ile 75° arasında değişirken, maksimum koşul helis açısı değerleri yaklaşık olarak 45° ile 60° arasında değişmekte olduğu normal koşul helis açısı değerlerinin ise bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir ve 55° ile 65° arasında değiştiği tespit edilmiştir.



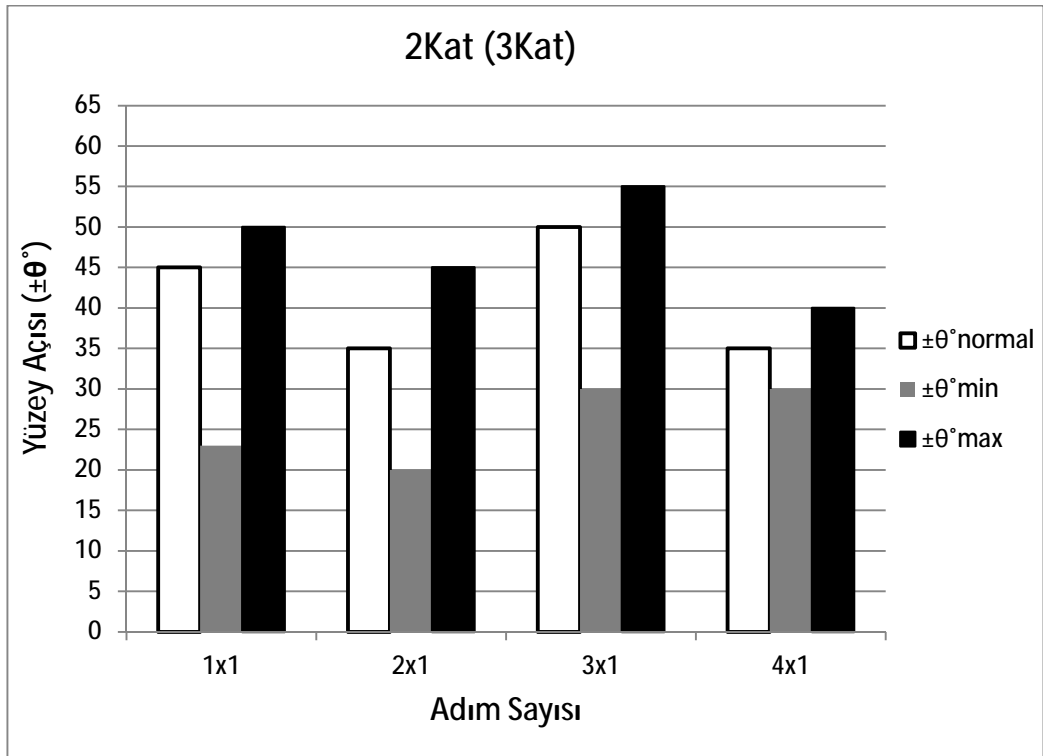
Şekil 4.15. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği.

4.1.2.2. Açı – Adım Sayısı

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat), 5kat(6kat) ve 8kat(9kat)’ lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece 2kat(3kat), 5kat(6kat) ve 8kat(9kat)’ lı yapılarda açı – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.1.2.2.1. 2kat (3kat) Öncekiler İçin Açı- Adım Sayısı

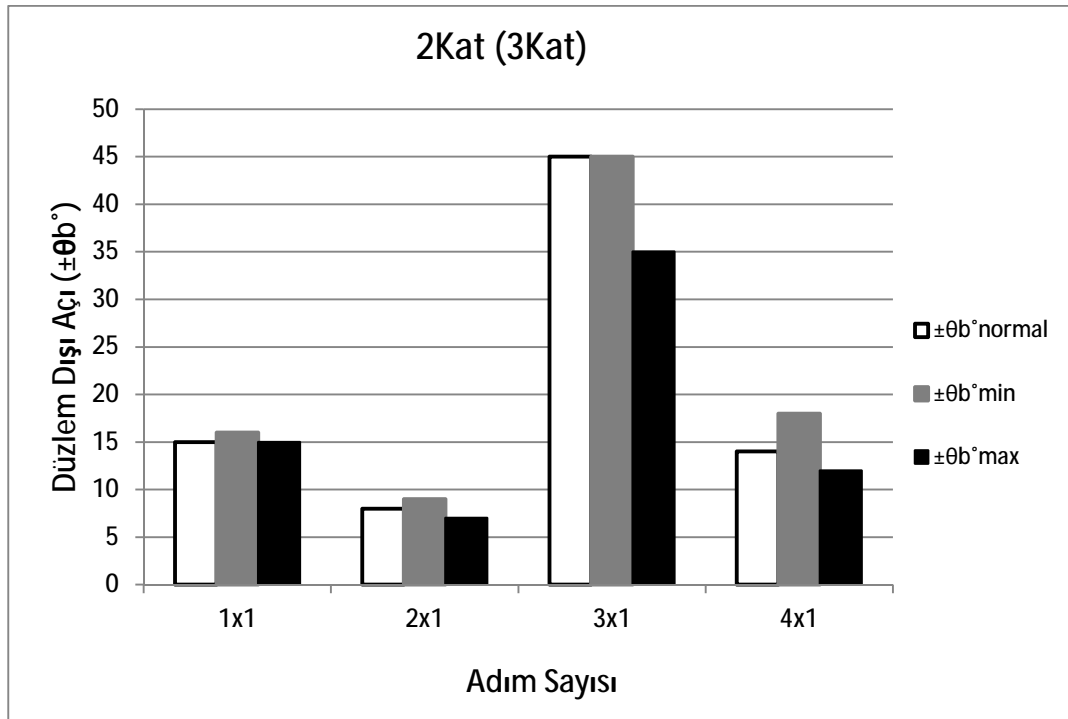
Şekil 4.16'da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öncekilerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öncekilerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Ancak adım sayısı 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öncekilerde, normal koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.16. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öncekilerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği.

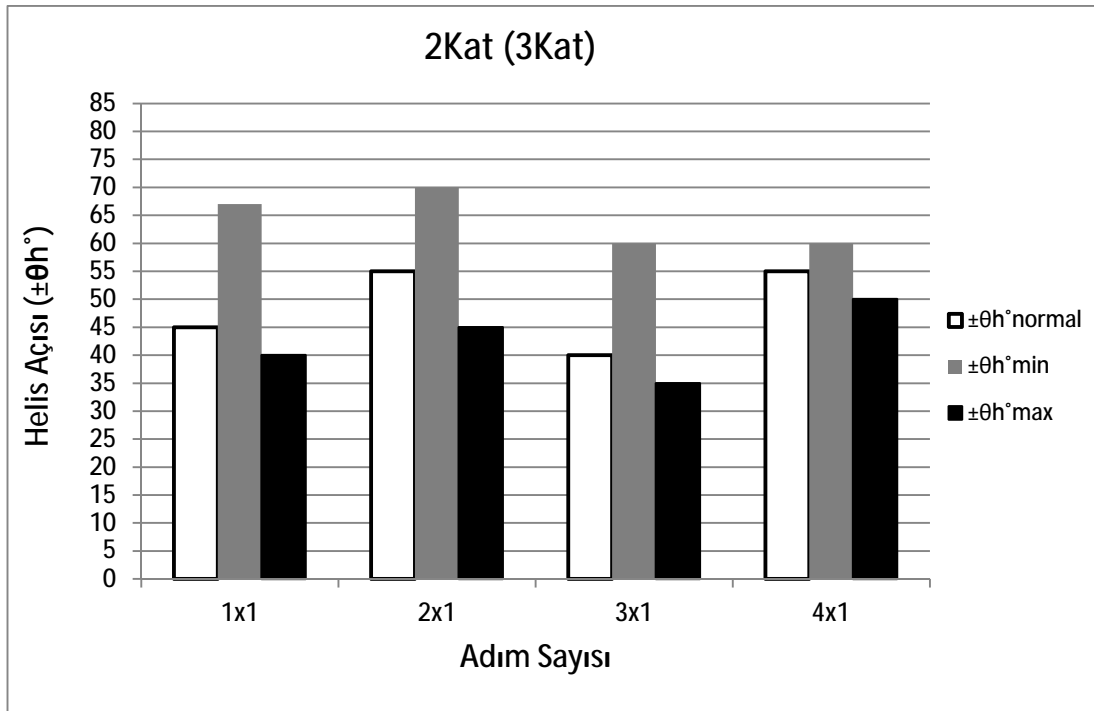
Şekil 4.17'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öncekilerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten

görülebileceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değıştirildiğinde saç örgü açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerde, normal koşuldaki saç örgü açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul saç örgü açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.17. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.18'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için aç – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görülebileceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değıştirildiğinde helis açısı değerlerinde bariz bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerde, normal koşuldaki helis açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul helis açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

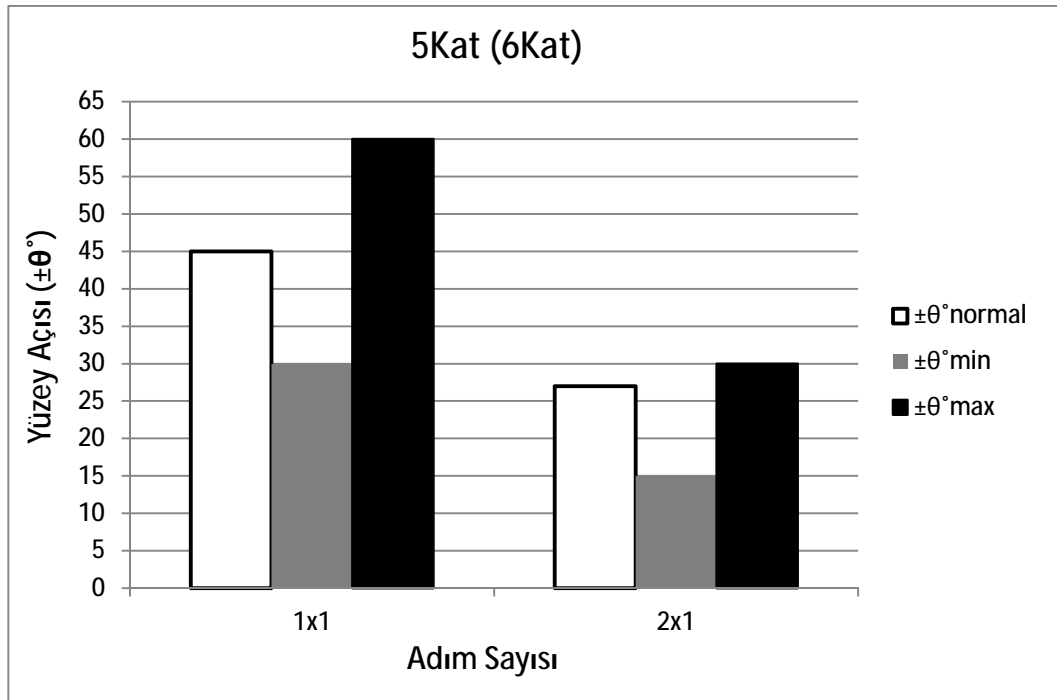


Şekil 4.18. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği.

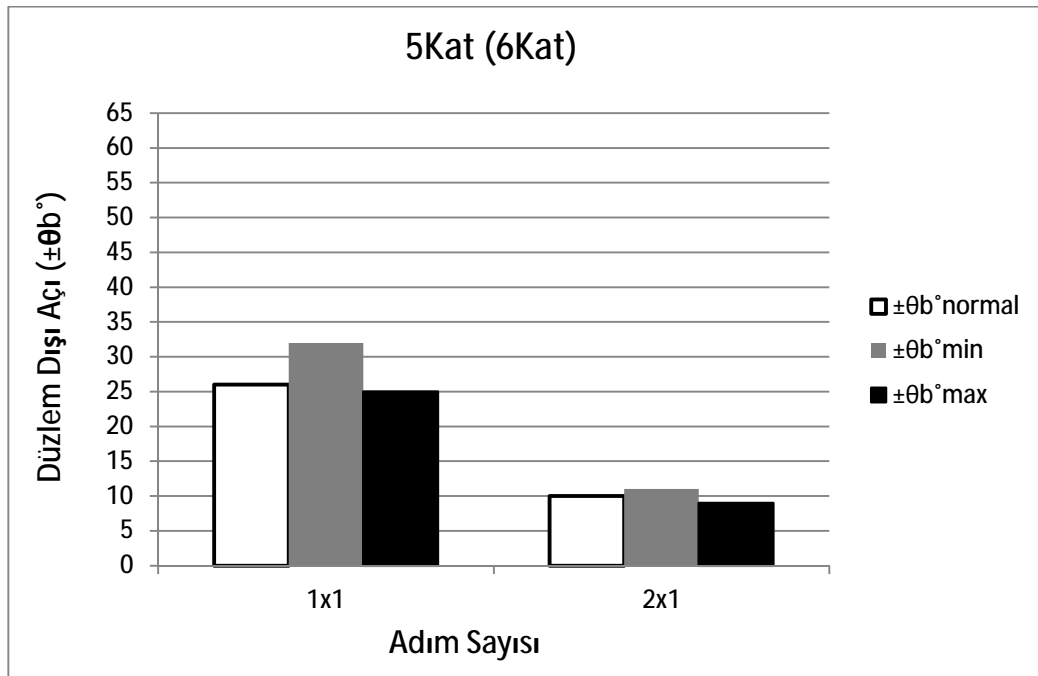
4.1.2.2.2. 5kat (6kat) Öñşekiller İçin Açı– Adım Sayısı

Şekil 4.19’da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerde, normal koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

Şekil 4.20’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde saç örgü açısı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir.

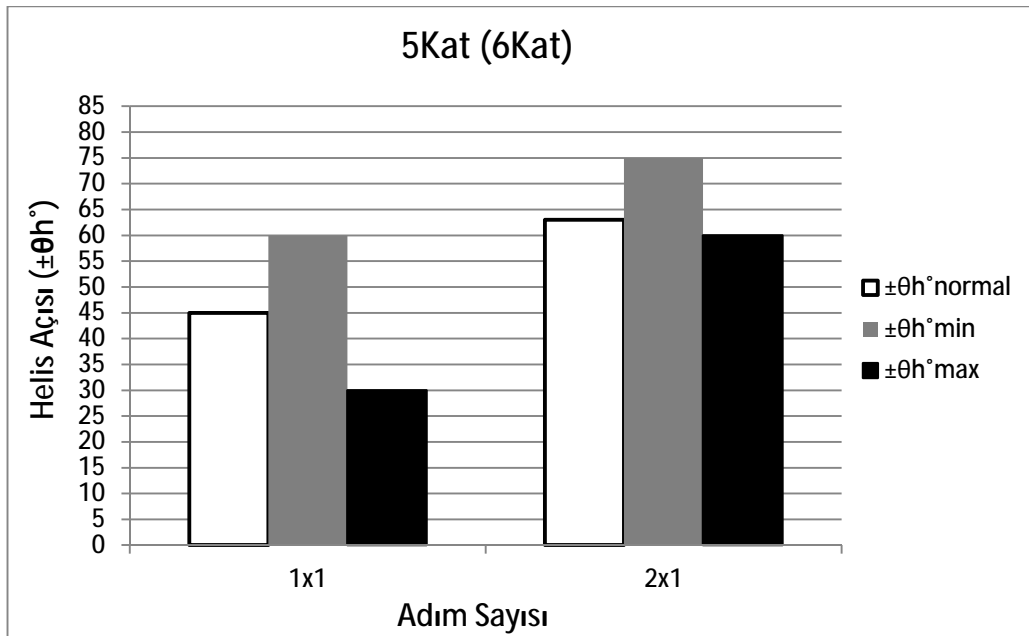


Şekil 4.19. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiğı.



Şekil 4.20. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiğı.

Şekil 4.21’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için aç – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1'den 2x1'e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerde, normal koşuldaki helis açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul helis açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

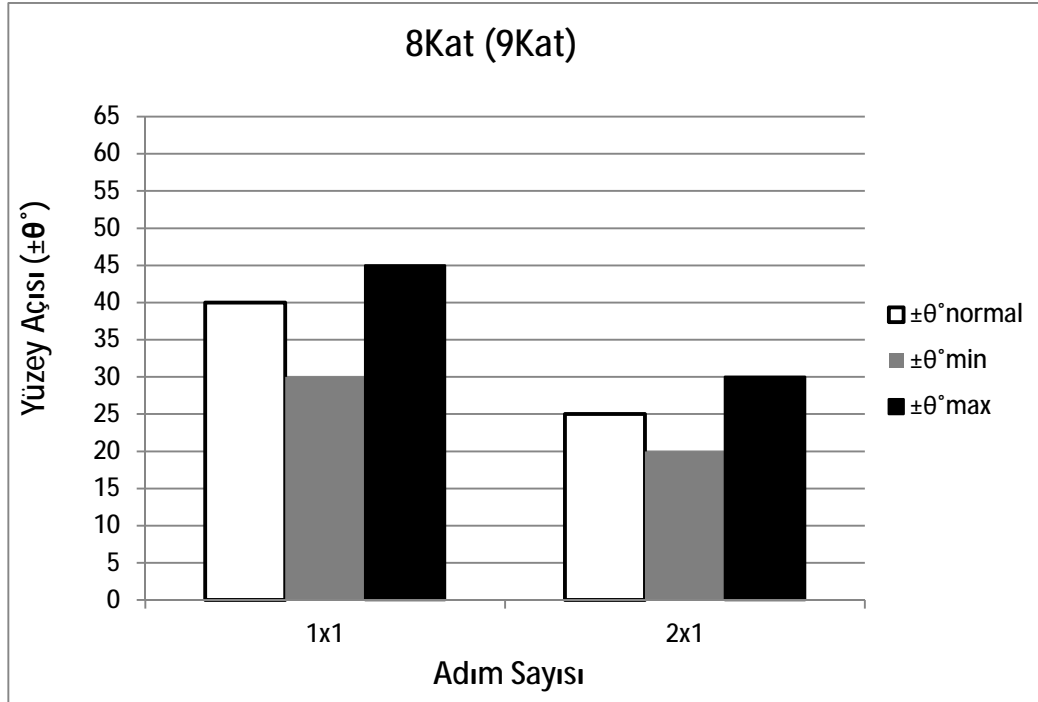


Şekil 4.21. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği.

4.1.2.2.3. 8kat (9kat) Öñşekiller İçin Aç– Adım Sayısı

Şekil 4.22’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için aç – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1'den 2x1'e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde, normal

koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

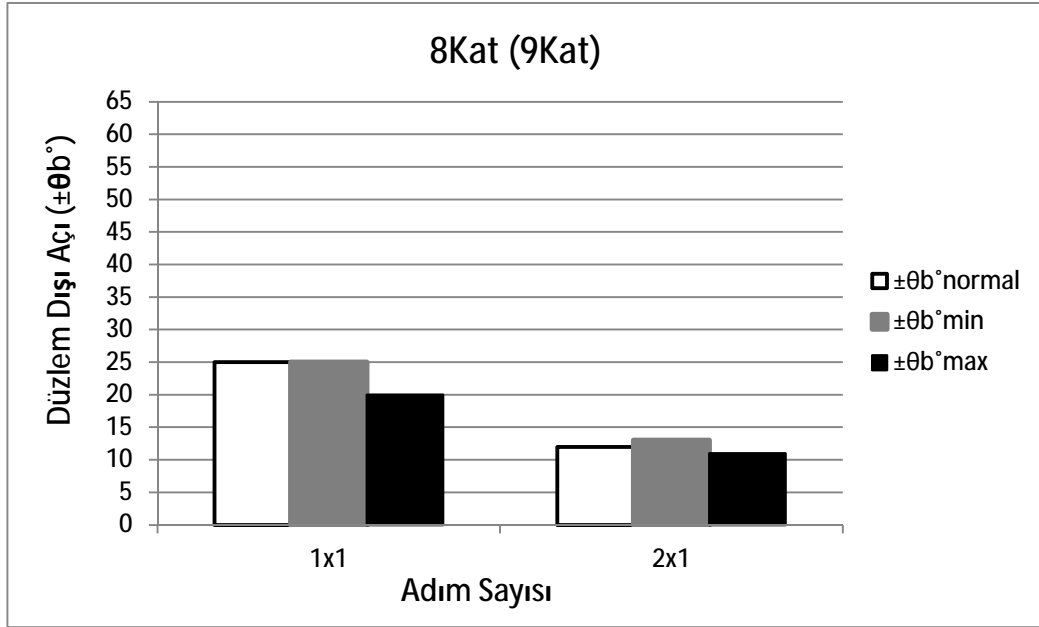


Şekil 4.22. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği.

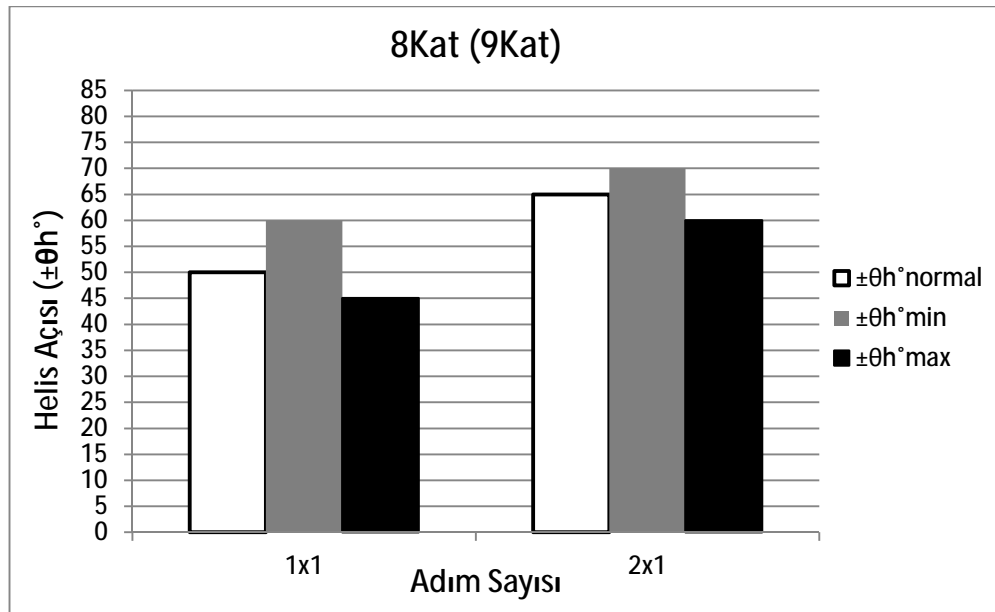
Şekil 4.23’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için aç – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde saç örgü açısı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 4.24’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için aç – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde, normal

koşuldaki helis açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul helis açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.23. Geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği.



Şekil 4.24. Geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği.

4.1.3. Önşekillerin Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi

Tablo 4.5'de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altındaki, Tablo 4.6'da ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki temsili iplik uzunluk ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.5. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

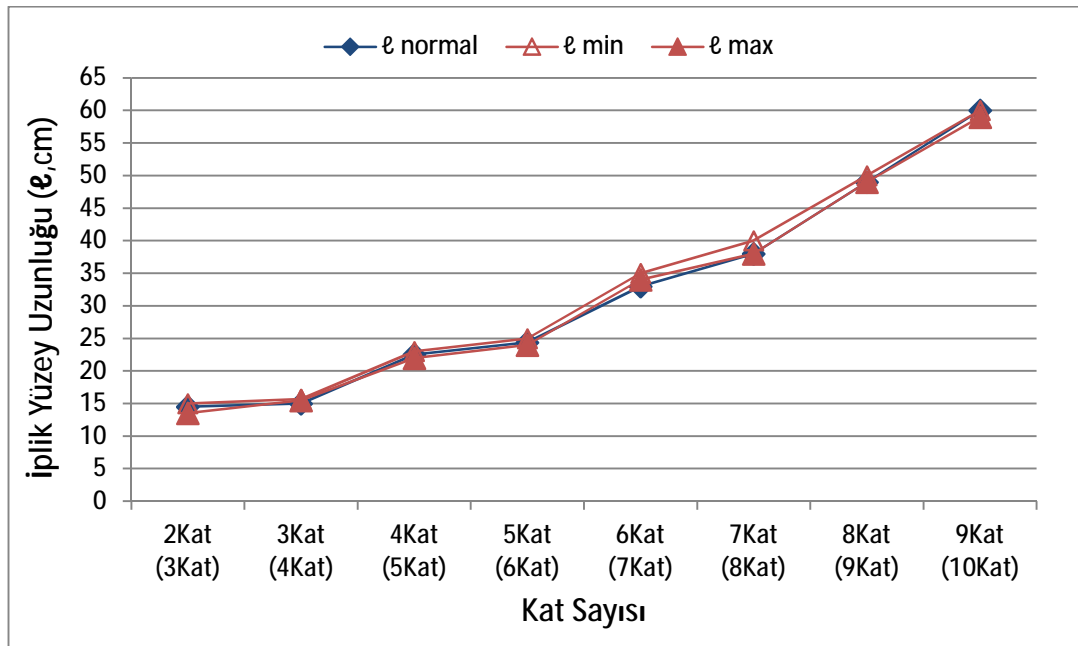
Yapı	Kat Sayısı	İplik		Saç Örgü İplik Uzunluğu (l _b , cm)	Yüzey Ark Uzunluğu (l _a , cm)	Toplam İplik Uzunluğu (l _{ty} , cm)
		Çevresel × Radyal (C×R)	İplik Yüzey Uzunluğu (l, cm)			
<i>1x1</i>	2Kat(3Kat)	4 × 30	14.50	3.00	5.50	8.50
	3Kat(4Kat)	5 × 30	15.00	4.50	4.80	9.30
	4Kat(5Kat)	6 × 30	22.50	6.50	5.70	12.20
	5Kat(6Kat)	7 × 30	24.40	7.50	5.00	12.50
	6Kat(7Kat)	8 × 30	33.00	12.00	5.70	17.70
	7Kat(8Kat)	9 × 30	38.00	13.00	6.50	19.50
	8Kat(9Kat)	10 × 30	49.00	19.00	6.70	25.70
	9Kat(10Kat)	11 × 30	60.00	25.30	7.00	32.30

Tablo 4.6. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik		Saç Örgü İplik Uzunluğu (l _b , cm)	Yüzey Ark Uzunluğu (l _a , cm)	Toplam İplik Uzunluğu (l _{ty} , cm)
			Çevresel × Radyal (C×R)	İplik Yüzey Uzunluğu (l, cm)			
Minimum	<i>1x1</i>	2Kat(3Kat)	4 × 30	15.00	2.50	5.70	8.20
		3Kat(4Kat)	5 × 30	15.70	5.00	5.00	10.00
		4Kat(5Kat)	6 × 30	23.00	6.00	6.00	12.00
		5Kat(6Kat)	7 × 30	25.00	8.00	5.30	13.30
		6Kat(7Kat)	8 × 30	35.00	12.00	6.30	18.30
		7Kat(8Kat)	9 × 30	40.00	13.00	7.50	20.50
		8Kat(9Kat)	10 × 30	50.00	19.00	6.70	25.70
		9Kat(10Kat)	11 × 30	60.00	24.00	7.50	31.50
		Maksimum	<i>1x1</i>	2Kat(3Kat)	4 × 30	13.50	3.00
3Kat(4Kat)	5 × 30			15.50	4.00	4.00	8.00
4Kat(5Kat)	6 × 30			22.00	6.50	5.50	12.00
5Kat(6Kat)	7 × 30			24.00	7.50	4.70	12.20
6Kat(7Kat)	8 × 30			34.00	11.50	5.50	17.00
7Kat(8Kat)	9 × 30			38.00	13.00	6.50	19.50
8Kat(9Kat)	10 × 30			49.00	20.00	6.00	26.00
9Kat(10Kat)	11 × 30			59.00	25.50	6.20	31.70

4.1.3.1. İplik Yüzey Uzunluğu (ℓ) – Kat Sayısı

Şekil 4.25’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu (ℓ) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça iplik yüzey uzunluğu değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekiller için normal koşul iplik yüzey uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) iplik yüzey uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul iplik yüzey uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

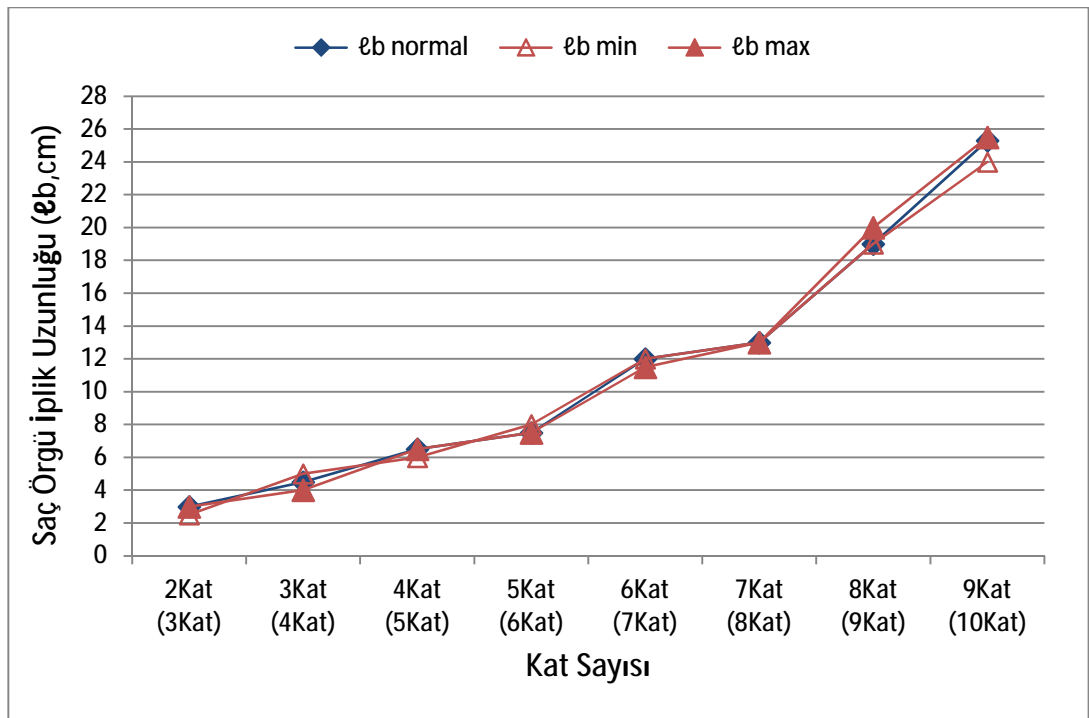


Şekil 4.25. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.1.3.2. Saç Örgü İplik Uzunluğu (ℓ_b) – Kat Sayısı

Şekil 4.26’da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu (ℓ_b)

değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça saç örgü iplik uzunluğu değerlerinde artış olduğu ve bu artışın 6kat(7kat) önşekilden sonra daha da yüksek değerlerde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekiller için normal koşul saç örgü iplik uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) saç örgü iplik uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul saç örgü iplik uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

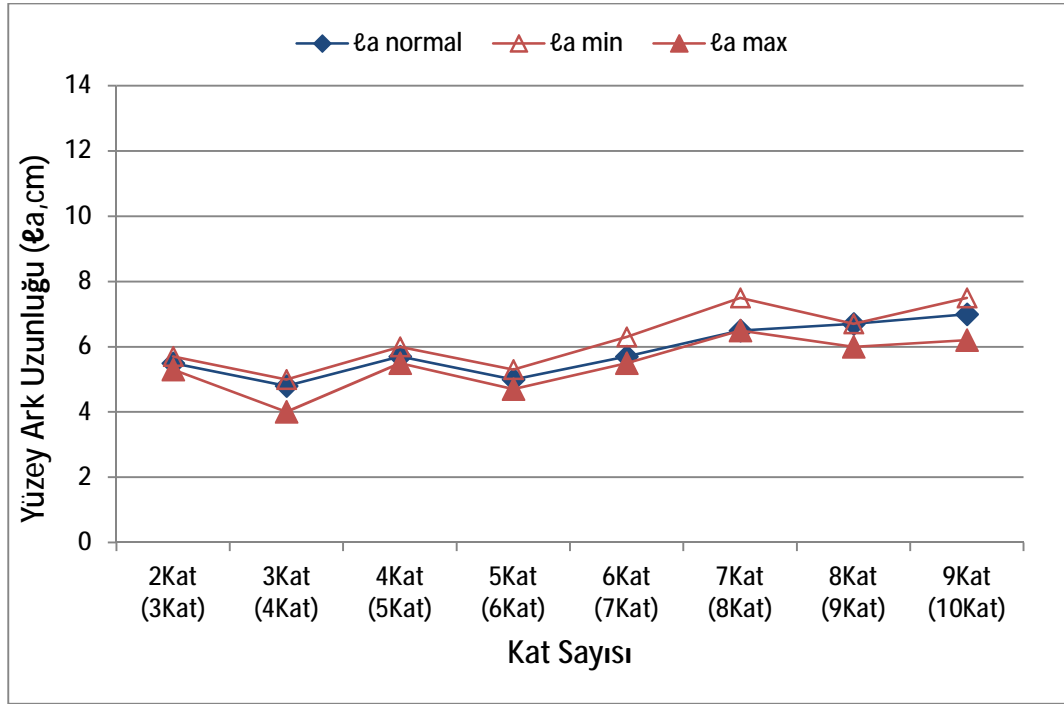


Şekil 4.26. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.1.3.3. Yüzey Ark Uzunluğu (ℓ_a) – Kat Sayısı

Şekil 4.27’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark uzunluğu (ℓ_a) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça

yüzey ark uzunluğu değerlerinde hafif bir artış gözlemlenmiştir. Minimum koşul yüzey ark uzunluğu değerleri maksimum koşul yüzey ark uzunluğu değerlerinden daha yüksek çıkmıştır ve normal koşul yüzey ark uzunluğu değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

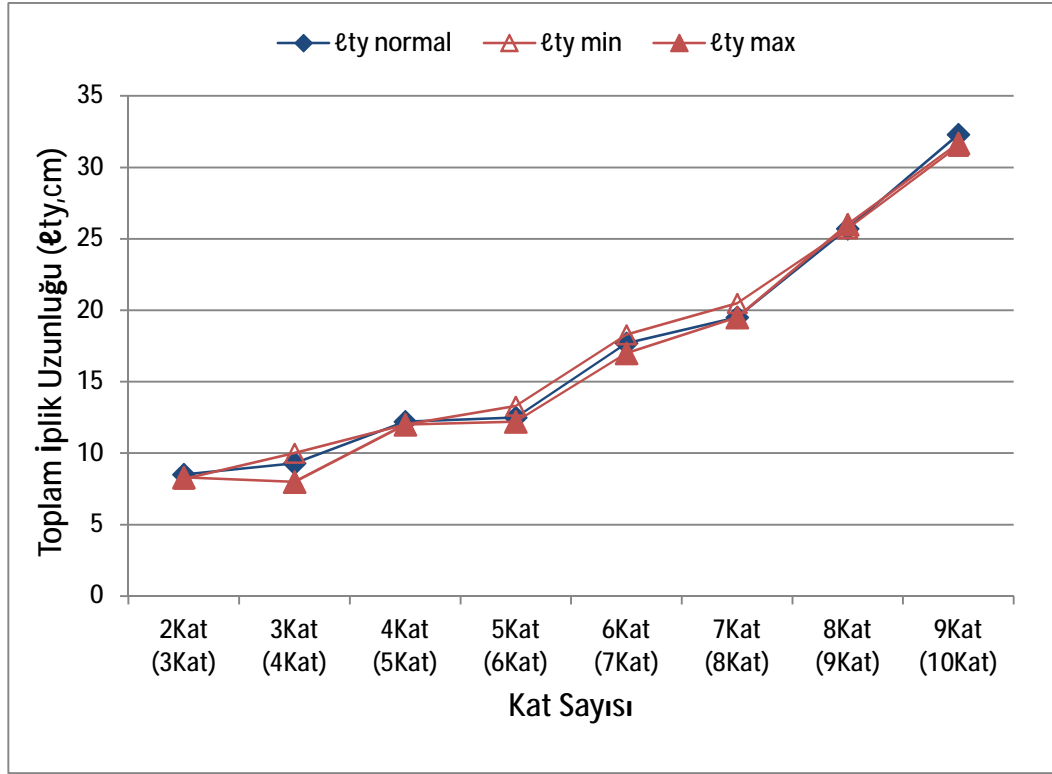


Şekil 4.27. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.1.3.4. Toplam İplik Uzunluğu (l_{ty}) – Kat Sayısı

Şekil 4.28’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu ($l_{ty}=l_a+l_b$) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça toplam iplik uzunluğu değerlerinde artış olduğu ve bu artışın 6kat(7kat) önşekilden sonra daha da yüksek değerlerde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekiller için normal koşul toplam iplik uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) toplam iplik uzunluğu değerleri arasında olduğu

belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul toplam iplik uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

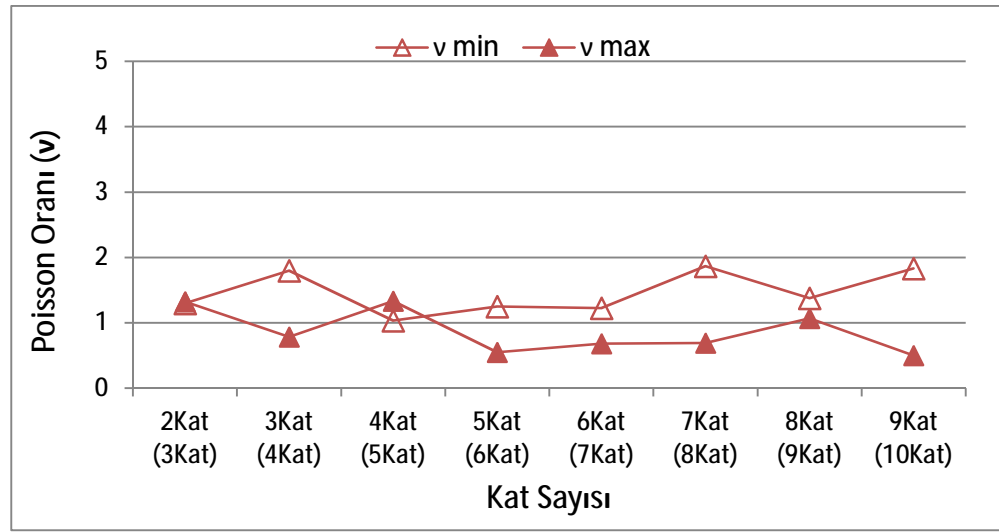


Şekil 4.28. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.1.4. Önşekillerin Poisson Oranı Ölçüm Verileri

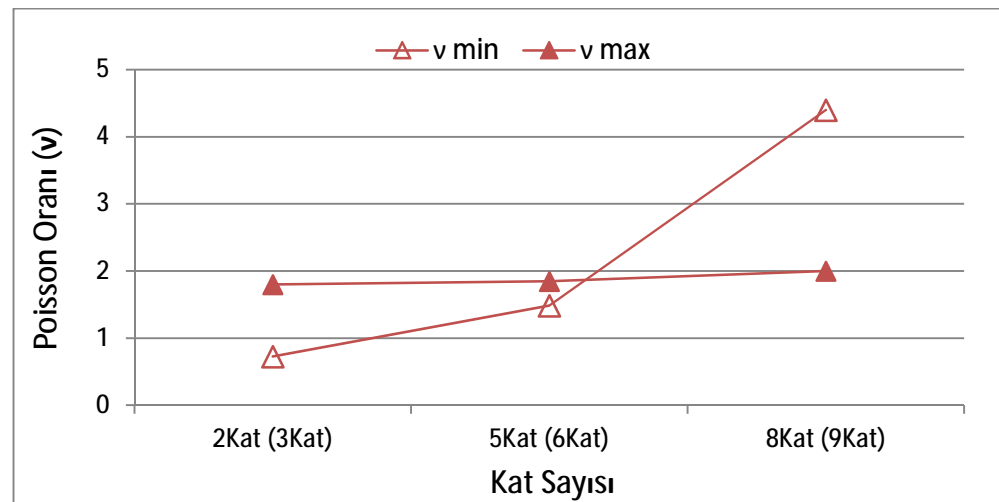
4.1.4.1. Poisson Oranı (ν) – Kat Sayısı

Şekil 4.29’da geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça Poisson oranında (ν) hafif bir artış eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerleri, minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinden bir miktar düşük çıkmıştır. Minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerleri yaklaşık olarak 1 ile 2 arasında değişirken, maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerleri yaklaşık olarak 0.5 ile 1.5 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.29. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 öñşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.30’da geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 öñşekillerin, Poisson oranı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü 2x1 öñşekillerde, kat sayısı arttıkça minimum koşul Poisson oranında (v_{min}) önemli bir artış, maksimum koşul Poisson oranında (v_{max}) düşük bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul Poisson oranı (v_{min}) değerleri yaklaşık olarak 0.6 ile 4.5 arasında değişirken, maksimum koşul Poisson oranı (v_{max}) değerleri yaklaşık olarak 1.8 ile 2 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



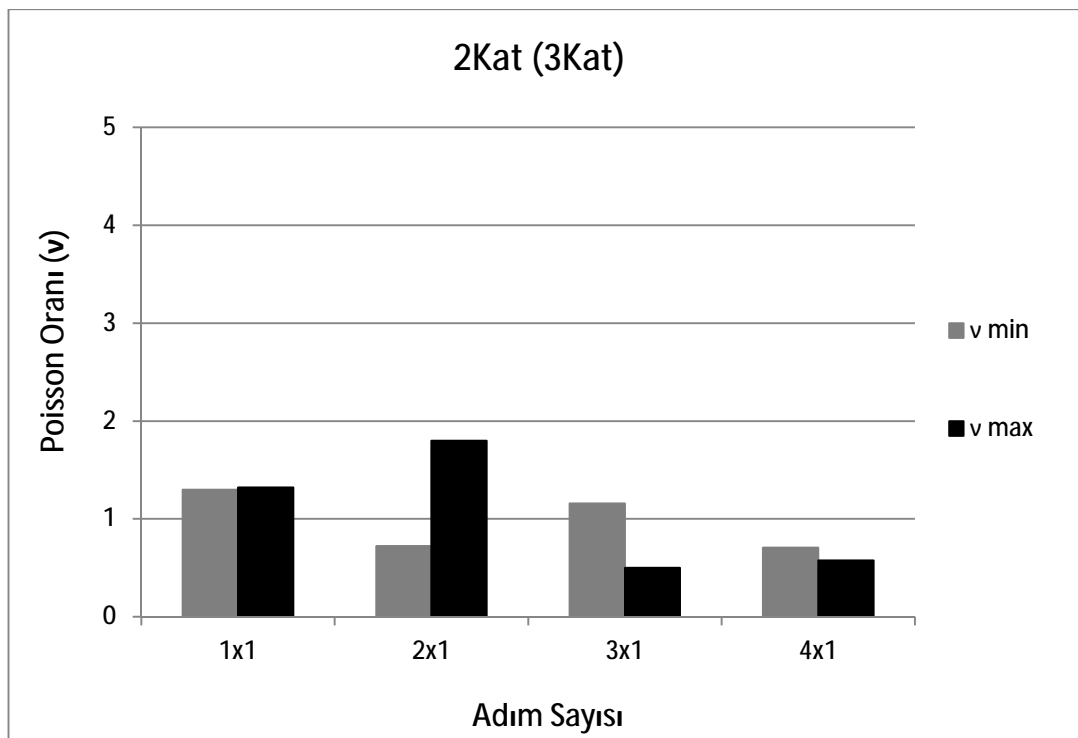
Şekil 4.30. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 öñşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.1.4.2. Poisson Oranı (ν) – Adım Sayısı

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat), 5kat(6kat) ve 8kat(9kat)' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece bu önşekillerde Poisson oranı – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.1.4.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı

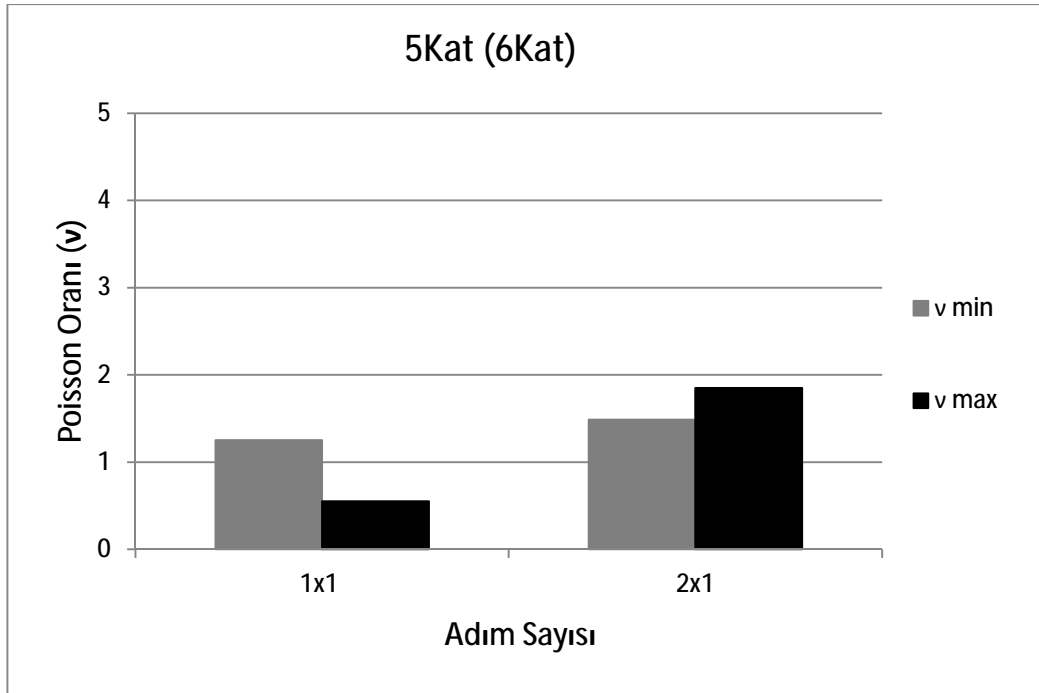
Şekil 4.31'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) ve minimum koşul Poisson (ν_{min}) oranı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerleri yaklaşık olarak 0.7 ile 1.3 arasında değişirken, maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerleri yaklaşık olarak 0.5 ile 1.8 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.31. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.1.4.2.2. 5kat (6kat) Öncekiler İçin Poisson Oranı– Adım Sayısı

Şekil 4.32’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öncekilerin Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öncekilerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) ve minimum koşul Poisson (ν_{min}) oranı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerleri yaklaşık olarak 1.2’den 1.5’e çıkarken, maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerleri yaklaşık olarak 0.5’den 1.8’e çıktığı belirlenmiştir.

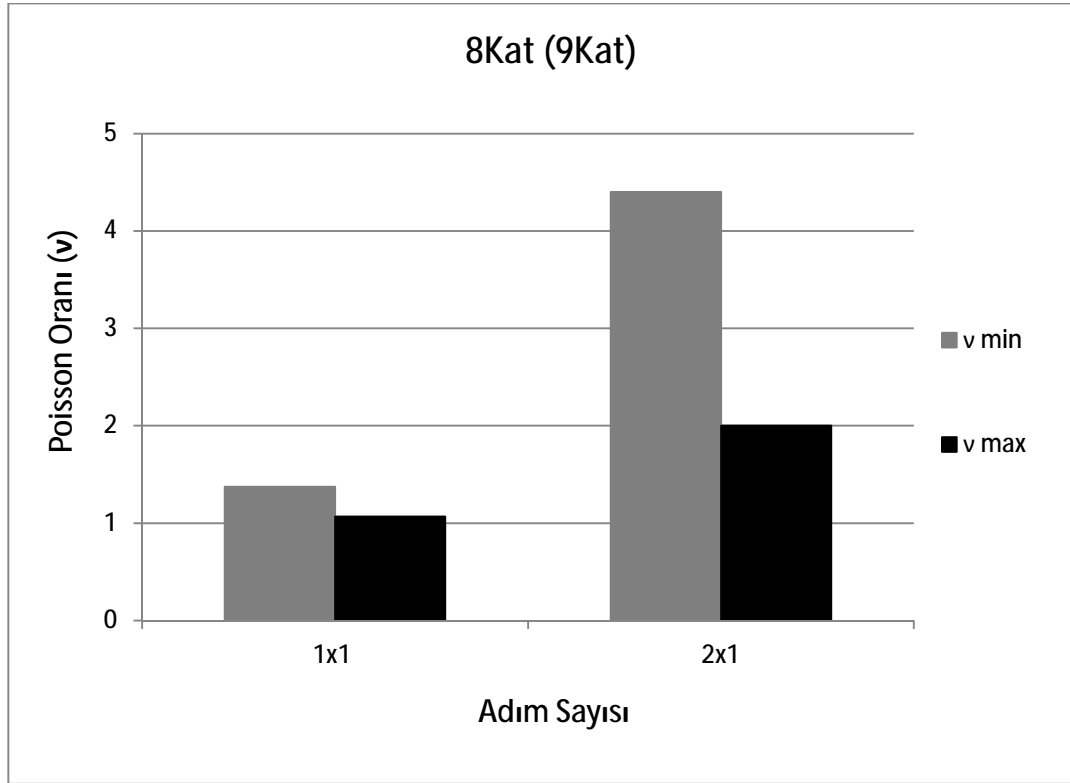


Şekil 4.32. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öncekiler için Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.1.4.2.3. 8kat (9kat) Öncekiler İçin Poisson Oranı– Adım Sayısı

Şekil 4.33’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öncekilerin Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öncekilerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde maksimum koşul Poisson oranı

(ν_{\max}) ve minimum koşul Poisson (ν_{\min}) oranı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul Poisson oranı (ν_{\min}) değerleri yaklaşık olarak 1.3'den 4.5'e çıkarken, maksimum koşul Poisson oranı (ν_{\max}) değerleri yaklaşık olarak 1'den 2'ye çıktığı belirlenmiştir.



Şekil 4.33. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Öñşekiller İçin Elde Edilen Veriler

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü öñşekiller 1x1, 2x1, 3x1 ve 4x1 gibi farklı adım sayıları kullanılarak üretilmiştir. Bu yöntem ile üretilen 1x1 ve 3x1 adımlı öñşekillerde, katlarıyla tamamı ile kesişmeli entegre olmuş bir yapı elde edilmiştir. Çözgü uzantı tüpleri de kesişmeli katlar arasından geçmiştir. Ancak 2x1 ve 4x1 adımlı öñşekillerde ise katlar arası bağlantılı bir yapı elde edilmemiştir, çözgü uzantıları da bu katlar arasından geçmiştir ve çok katmanlı iç içe geçmiş silindirik yapı formunda kendini göstermiştir.

4.2.1. Önşekillerin Yapı ve Birim Hücredeki Boyutsal Ölçüm Verileri

Tablo 4.7'de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altındaki, Tablo 4.8'de ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yapı ve birim hücrenin boyutsal ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.7. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.

Yapı	Kat Sayısı	İplik	Yapı	Birim Hücre	Sıklık		
		Çevresel × Radyal (C×R)	Uzunluk × Çap × Duvar Kalınlığı (cm)	Uzunluk × Dış Çap Genişliği × Duvar Kalınlığı (cm)	Saç Örgü Sıklığı	Aksiyal Sıklığı	Toplam Sıklık
						(Uç/5cm)	
1x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	26.00 × 23.50 × 2.250	8.00 × 11.00 × 2.250	3	2	5
	3Kat(4Kat)S +2Kat A	7 × 30	26.00 × 23.70 × 2.370	10.50 × 14.00 × 2.370	3	3	6
	4Kat(5Kat)S +3Kat A	9 × 30	26.00 × 22.00 × 3.000	13.50 × 17.50 × 3.000	3	3	6
	5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 × 30	26.00 × 22.30 × 4.420	16.00 × 23.00 × 4.420	3	3	6
2x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	26.00 × 13.00 × 2.731	9.00 × 7.00 × 2.731	3	4	7
	5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 × 30	26.00 × 21.80 × 5.381	8.00 × 3.50 × 5.381	2	3	5
3x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	26.00 × 14.00 × 3.603	14.00 × 12.00 × 3.603	3	4	7
	5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 × 30	26.00 × 19.00 × 4.792	42.00 × 35.60 × 4.792	3	3	6
4x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	26.00 × 10.50 × 2.761	8.00 × 5.30 × 2.761	3	6	9

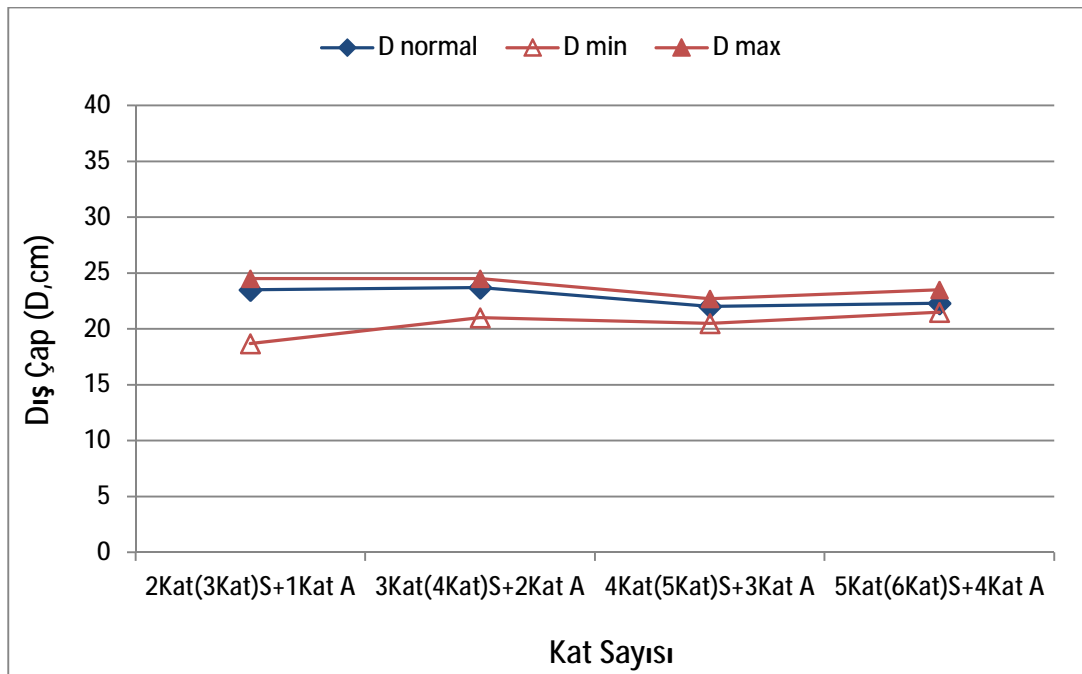
Tablo 4.8. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.

Açılma Koşulları		İplik	Yapı	Birim Hücre		Sıklık			
				Çevresel × Radyal	Uzunluk × Çap × Duvar Kalınlığı	Uzunluk × Dış Çap Genişliği × Duvar Kalınlığı	Saç Örgü Sıklığı	Aksiyal Sıklığı	Toplam Sıklık
Yapı	Kat Sayısı	(C×R)	(cm)	(cm)	(Uç/5cm)				
Minimum	1x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	27.60 × 18.70 × 2.316	11.00 × 8.00 × 2.316	3	3	6	
		3Kat(4Kat)S +2Kat A	7 × 30	27.00 × 21.00 × 2.483	12.50 × 11.00 × 2.483	3	3	6	
		4Kat(5Kat)S +3Kat A	9 × 30	27.50 × 20.50 × 3.384	15.00 × 15.50 × 3.384	3	3	6	
		5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 × 30	26.70 × 21.50 × 4.624	17.60 × 22.00 × 4.624	3	3	6	
	2x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	28.00 × 10.50 × 2.969	10.00 × 4.00 × 2.969	5	5	10	
		5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 × 30	27.80 × 18.50 × 5.678	9.00 × 2.50 × 5.678	4	3	7	
	3x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	28.00 × 12.30 × 3.713	15.30 × 11.00 × 3.713	4	5	9	
		5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 × 30	27.50 × 17.50 × 5.887	47.00 × 27.00 × 5.887	3	4	7	
	4x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	27.50 × 10.00 × 3.513	10.00 × 3.50 × 3.513	4	6	10	
	Maksimum	1x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	25.20 × 24.50 × 2.063	6.50 × 12.00 × 2.063	3	2	5
			3Kat(4Kat)S +2Kat A	7 × 30	25.20 × 24.50 × 2.266	9.00 × 15.00 × 2.266	3	2	5
			4Kat(5Kat)S +3Kat A	9 × 30	25.00 × 22.70 × 2.952	13.00 × 19.50 × 2.952	3	2	5
5Kat(6Kat)S +4Kat A			11 × 30	24.80 × 23.50 × 4.200	15.00 × 24.00 × 4.200	3	2	5	
2x1		2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	24.00 × 16.00 × 2.488	8.50 × 7.50 × 2.488	2	4	6	
		5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 × 30	25.00 × 23.20 × 4.824	7.50 × 4.20 × 4.824	2	2	4	
3x1		2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	24.50 × 14.80 × 3.284	12.00 × 16.00 × 3.284	3	4	7	
		5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 × 30	24.50 × 21.00 × 4.334	38.40 × 39.20 × 4.334	3	3	6	
4x1		2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	23.50 × 13.00 × 2.623	7.50 × 6.00 × 2.623	3	4	7	

4.2.1.1. Dış Çap Ve Uzunluk Verilerinin Değerlendirilmesi

4.2.1.1.1. Dış Çap – Kat Sayısı

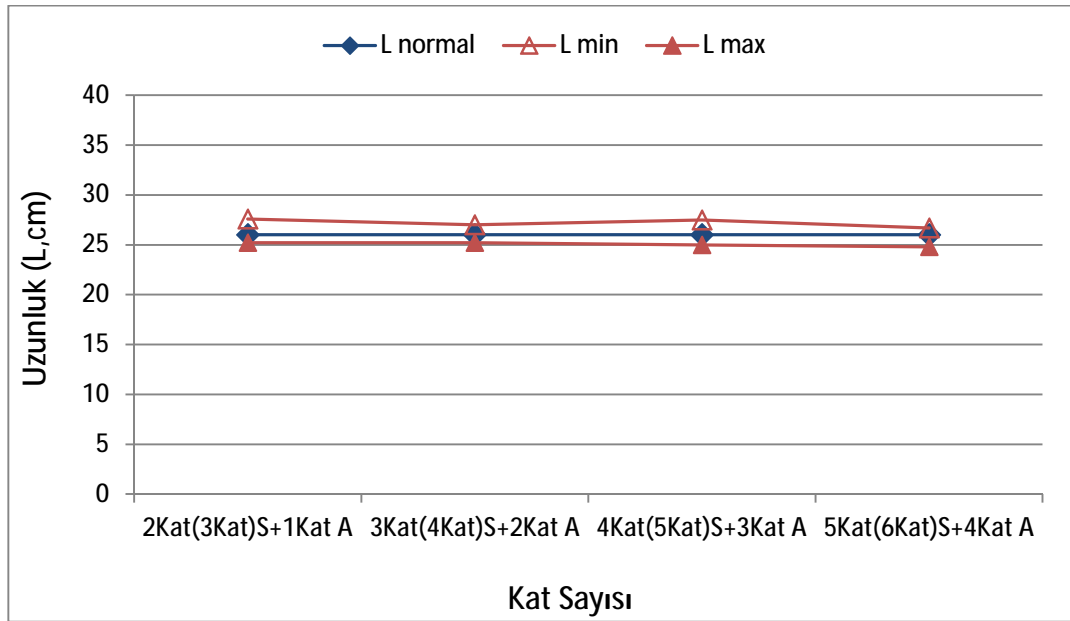
Şekil 4.34’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap değerleri için dış çap – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça dış çap değerlerinde önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, normal koşuldaki dış çap değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) dış çap değerleri arasında olduğu ve minimum koşul dış çap değerlerinde artış, maksimum koşul dış çap değerlerinde ise azalma olduğu tespit edilmiştir. Oluşturulan önşekillerde aparat üzerindeki (loom conditions) boyutsal denge, aparat dışındaki (out-of loom conditions) boyutsal denge ve bunlara uygulanacak olası terbiye işlemleri ile oluşacak boyutsal denge bir birlerinden farklı olacaktır.



Şekil 4.34. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – kat sayısı grafiği.

4.2.1.1.2. Uzunluk – Kat Sayısı

Şekil 4.35’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı artmasının nerede ise yapıların uzunluk değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, normal koşuldaki uzunluk değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) uzunluk değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca minimum ve maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinin dar bir aralıkta yer aldığı gözlemlenmiştir.



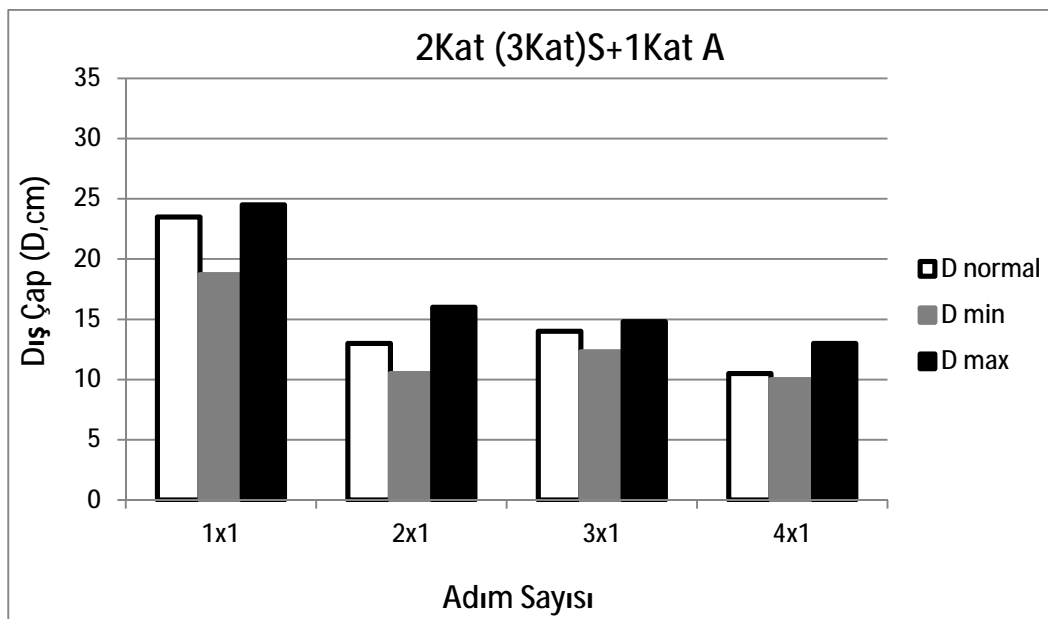
Şekil 4.35. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – kat sayısı grafiği.

4.2.1.1.3. Dış Çap – Adım Sayısı

4.2.1.1.3.1. 2kat (3kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Dış Çap – Adım Sayısı

Şekil 4.36’da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-

maksimum) altındaki dış çap değerleri için dış çap – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde dış çap değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneşekillerde, normal koşuldaki dış çap değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul dış çap değerleri arasında yer aldığı tespit edilmiştir.



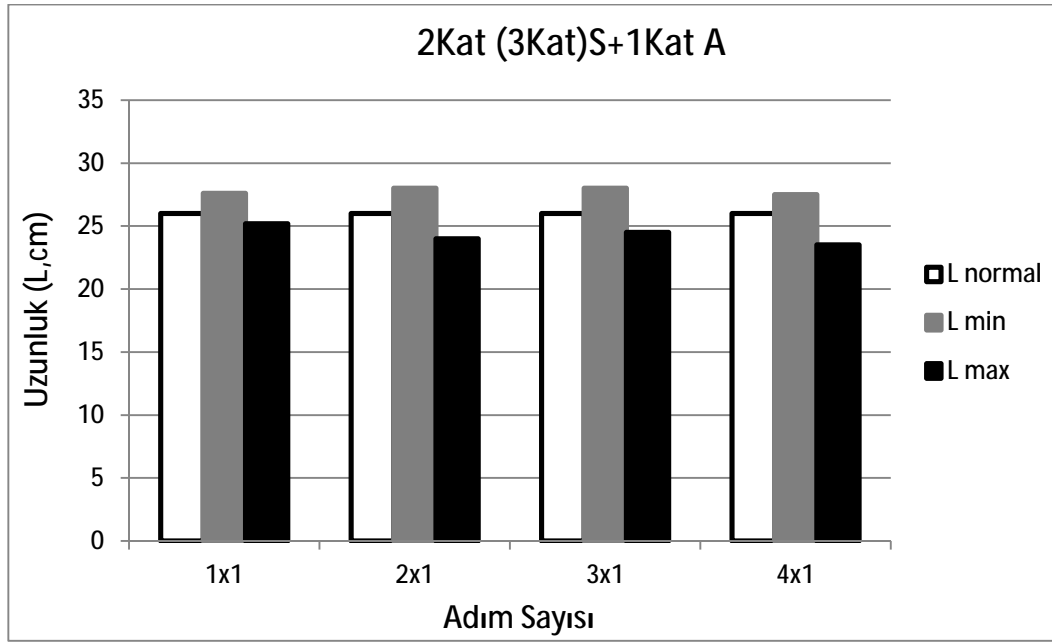
Şekil 4.36. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – adım sayısı grafiği.

4.2.1.1.4. Uzunluk – Adım Sayısı

4.2.1.1.4.1. 2kat (3kat)S + 1Kat A Örneşekiller İçin Uzunluk – Adım Sayısı

Şekil 4.37'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk değerleri için uzunluk – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde normal koşul altındaki uzunluk değerlerinde bir farklılık

gözlemlenmemiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneklemlerde, normal şartlardaki uzunluk değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul uzunluk değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca minimum ve maksimum şartlardaki uzunluk değerlerinin dar bir aralıkta yer aldığı tespit edilmiştir.

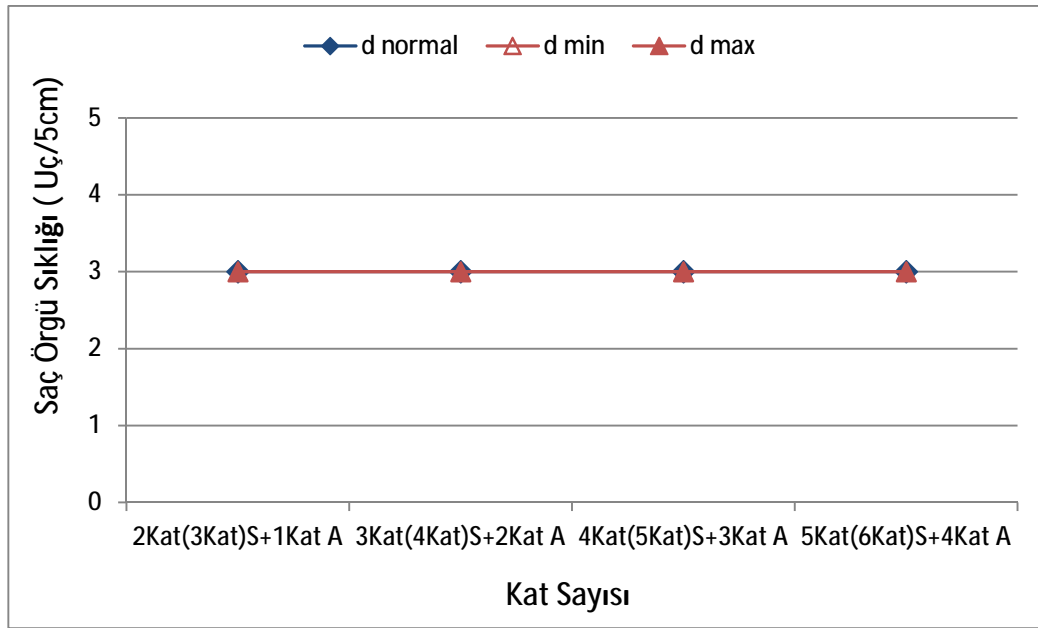


Şekil 4.37. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneklemlerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – adım sayısı grafiği.

4.2.1.2. Sıklık Verilerinin Değerlendirilmesi

4.2.1.2.1. Sıklık – Kat Sayısı

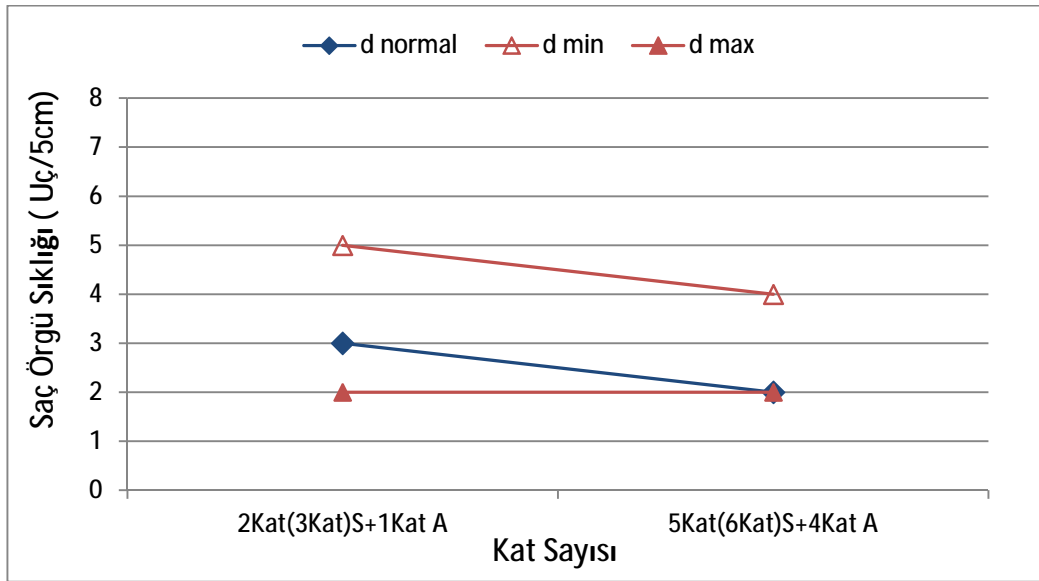
Şekil 4.38’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneklemlerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneklemlerin, normal koşul ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü sıklık değerlerinin benzer olduğu ve kat sayısı arttıkça saç örgü sıklık değerlerinde bir değişim olmadığı gözlemlenmemiştir.



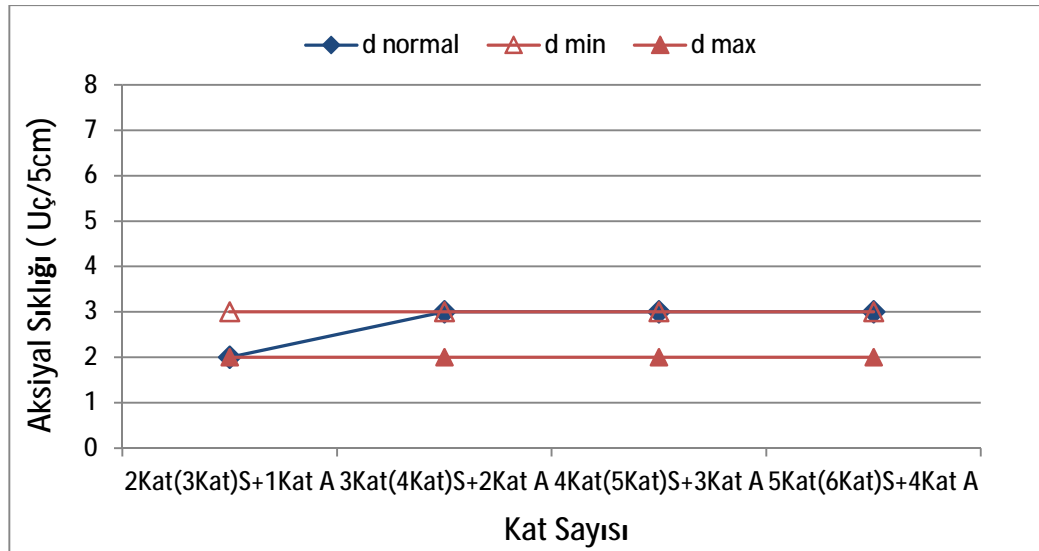
Şekil 4.38. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.39’da geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça saç örgü sıklık değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Minimum koşul saç örgü sıklık değerleri maksimum koşul saç örgü sıklık değerlerinden daha yüksek çıkmıştır ve normal koşul saç örgü sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

Şekil 4.40’da geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklık değerleri için aksiyal sıklığı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça normal koşul aksiyal sıklık değerlerinde bir artış gözlemlenmesine rağmen kat sayısının artması açılma koşulları (minimum-maksimum) aksiyal sıklık değerlerini etkilemediği görülmüştür. Minimum koşul aksiyal sıklık değerleri maksimum koşul aksiyal sıklık değerlerinden daha yüksek çıkmıştır ve normal koşul aksiyal sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



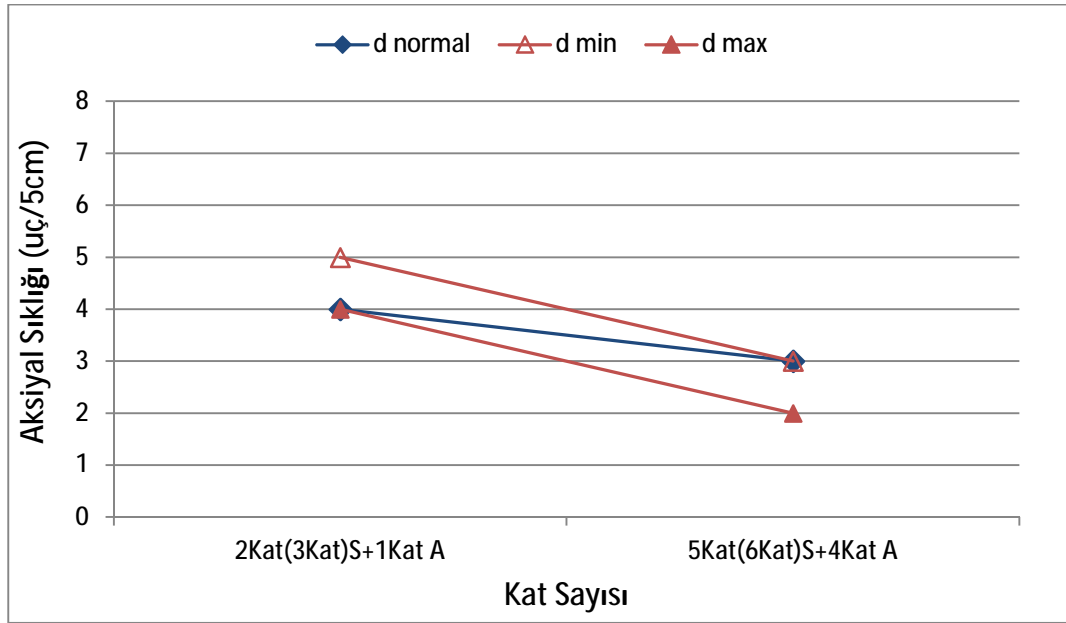
Şekil 4.39. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği.



Şekil 4.40. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.41'de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklık değerleri için aksiyal sıklığı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği

üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça aksiyal sıklık değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Minimum koşul aksiyal sıklık değerleri maksimum koşul aksiyal sıklık değerlerinden daha yüksek çıkmıştır ve normal koşul aksiyal sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.41. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı – kat sayısı grafiği.

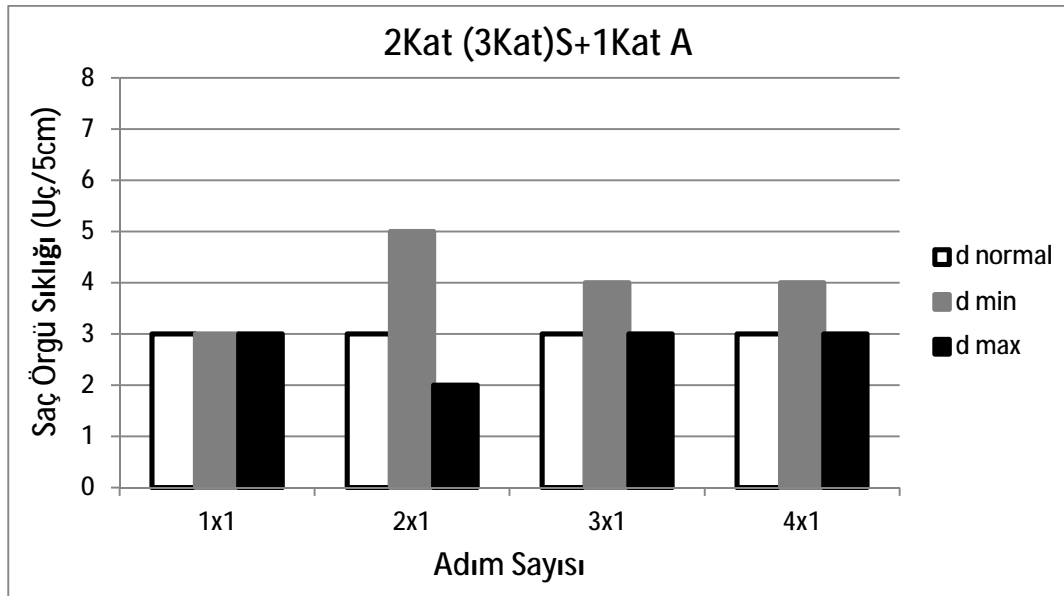
4.2.1.2.2. Sıklık – Adım Sayısı

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat)S+1Kat A ve 5kat(6kat)S+4Kat A' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece bu yapılarda sıklık – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.2.1.2.2.1. 2kat (3kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı

Şekil 4.42'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü sıklığı değerleri için saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü

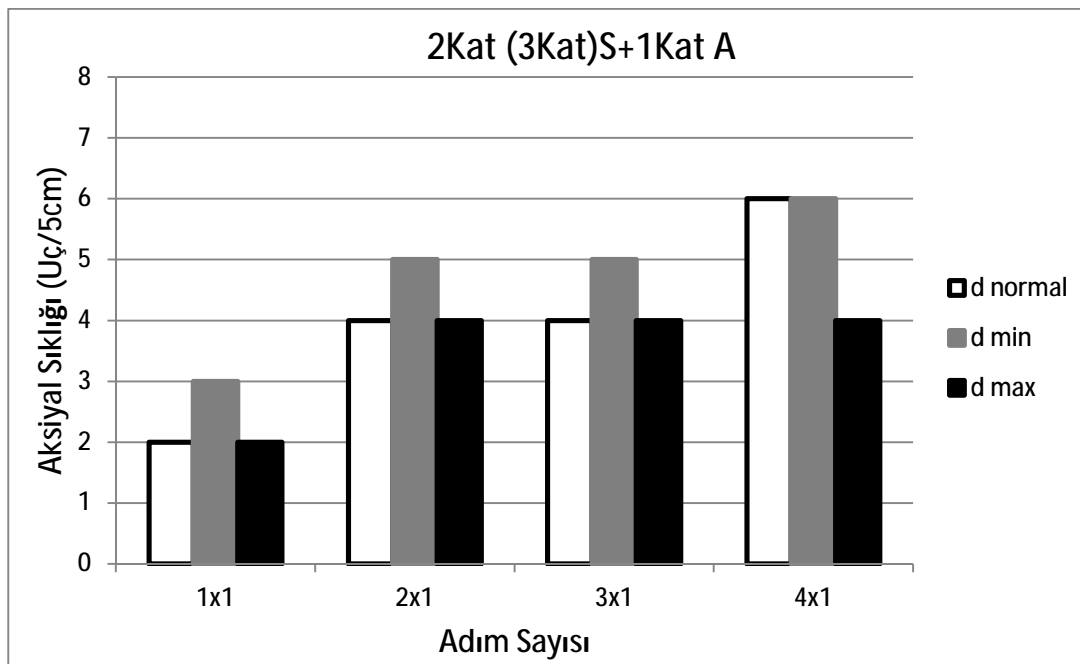
uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerde, normal koşuldaki saç örgü sıklık değerlerinin adım sayısından etkilenmediği, açılma koşulları (minimum-maksimum) saç örgü sıklık değerlerinde adım sayısının etkileri hafif olarak gözlemlenmiştir. Adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde minimum koşul saç örgü sıklık değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ancak adım sayısı 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde minimum koşul saç örgü sıklık değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.42. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.43'de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı değerleri için aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde aksiyal sıklık değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir ve normal koşul aksiyal sıklık değerleri minimum koşul ve maksimum koşul aksiyal sıklık değerleri arasında çıkmıştır. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A 2x1 ve 4x1 önşekillerde katlar arası kesişme olmamıştır ve katman sayısı arttıkça her bir katın bir önceki kata basınç uyguladığı

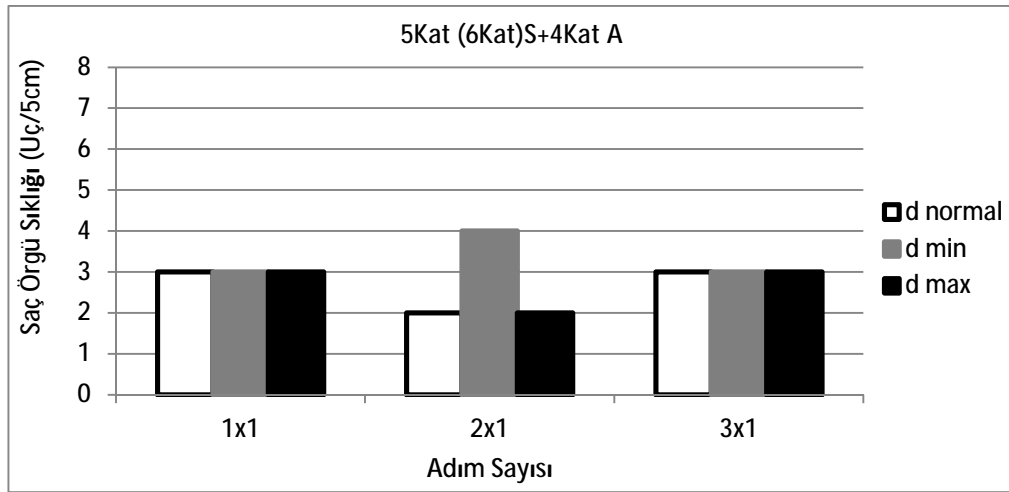
gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A 1x1 ve 3x1 öñşekillerde ise tamamı ile katlar arası kilitlemeli bir yapı oluşmuştur. Adım sayısı 3x1 olan yapı daha uzun atlamalı olması nedeni ile birim hücre boyutlarının daha büyük olmasına ve yapının oluştuğu bölgede aksiyal ipliklere uyguladığı basınçtan dolayı aksiyal ipliklerini birbirine yakınlaştırarak sıklığın artmasına yol açmıştır.



Şekil 4.43. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiği.

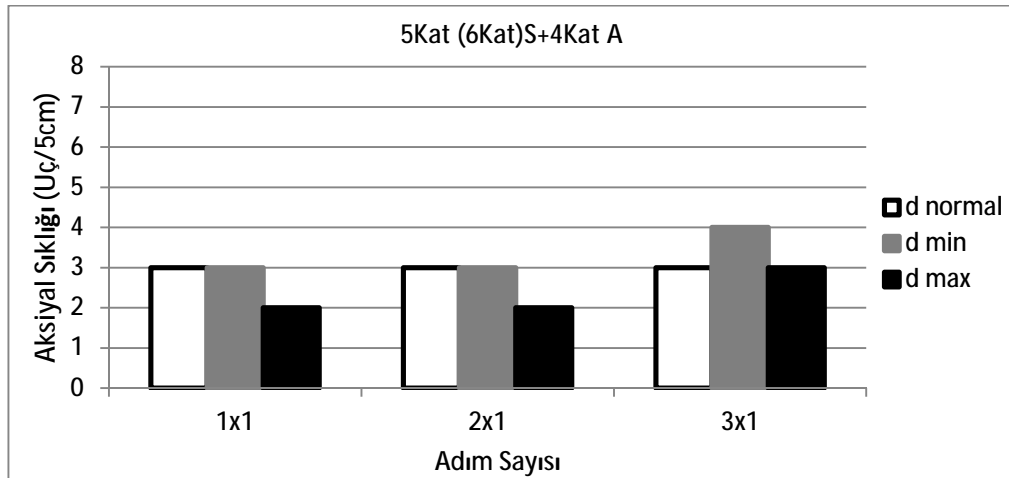
4.2.1.2.2.2. 5kat (6kat)S + 4Kat A Öñşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı

Şekil 4.44'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü sıklığı değerleri için saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerde, adım sayısındaki değişimin normal koşul ve açılma koşullarının (minimum-maksimum) saç örgü sıklık değerlerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.



Şekil 4.44. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiğı.

Şekil 4.45’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiğı verilmiştir. Grafikten görüleceğı üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öşekillerde, adım sayısı arttıkça aksiyal sıklık değerlerinde önemli bir artış meydana getirmemiştir. Normal koşul aksiyal sıklık değerlerinin açılma koşulları aksiyal sıklık değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.45. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiğı.

4.2.2. Önşekillerin Açısal Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi

Tablo 4.9'da geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altındaki, Tablo 4.10'da ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki açısal ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.9. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında açısal ölçüm verileri.

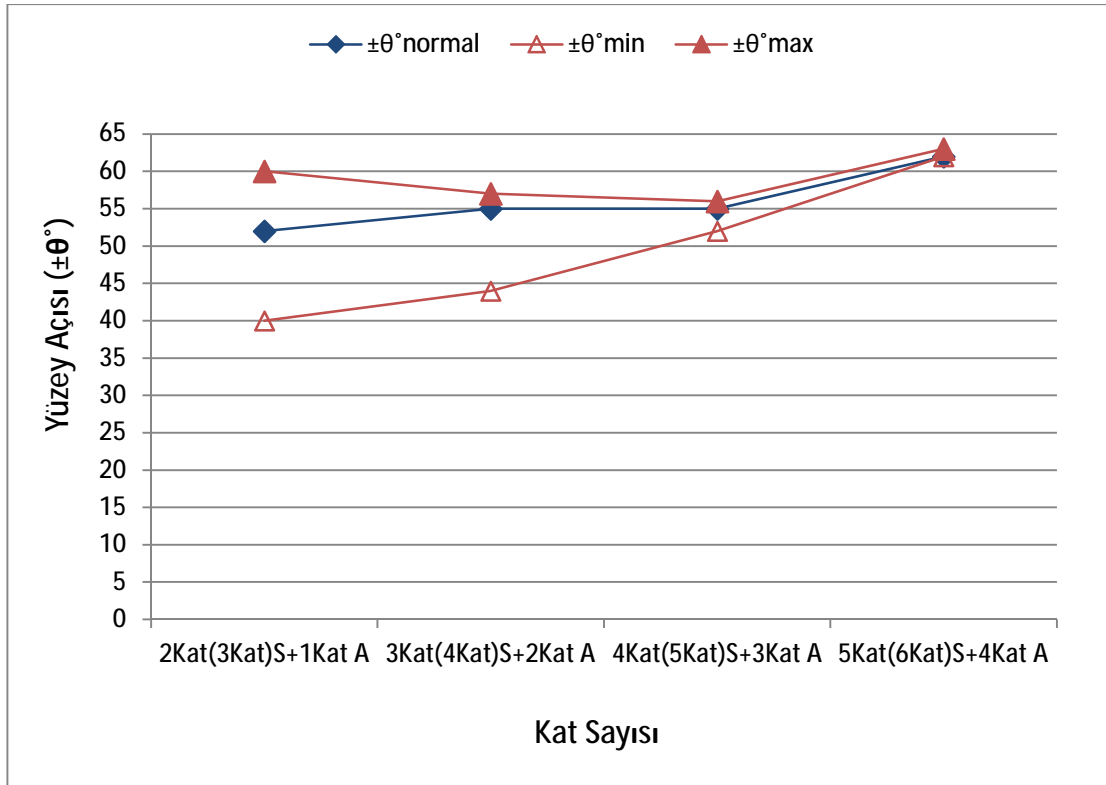
Yapı	Kat Sayısı	İplik	Yüze Açısı ($\pm\theta^\circ$)	Düzlem Dışı Açı ($\pm\theta_b^\circ$)	Helis Açısı ($\pm\theta_h^\circ$)	Aksiyal Açısı (θ_a°)
		Çevresel \times Radyal (C \times R)				
<i>1x1</i>	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30	52	20	38	0
	3Kat(4Kat)S +2Kat A	7 \times 30	55	24	35	0
	4Kat(5Kat)S +3Kat A	9 \times 30	55	25	35	0
	5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 \times 30	62	43	28	0
<i>2x1</i>	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30	23	10	67	0
	5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 \times 30	28	12	62	0
<i>3x1</i>	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30	37	37	53	0
	5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 \times 30	35	33	55	0
<i>4x1</i>	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30	35	10	55	0

Tablo 4.10. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında açısal ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik		Yüzey Açısı ($\pm\theta^\circ$)	Düzlem Dışı Açısı ($\pm\theta_b^\circ$)	Helis Açısı ($\pm\theta_h^\circ$)	Aksiyal Açısı (θ_a°)	
			Çevresel \times Radyal (C \times R)						
Minimum	1x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30		40	22	50	0	
		3Kat(4Kat)S +2Kat A	7 \times 30		44	30	46	0	
		4Kat(5Kat)S +3Kat A	9 \times 30		52	34	38	0	
		5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 \times 30		62	45	28	0	
	2x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30		13	11	77	0	
		5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 \times 30		25	18	65	0	
	3x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30		30	55	60	0	
		5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 \times 30		25	60	65	0	
	4x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30		30	16	60	0	
	Maksimum	1x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30		60	20	30	0
			3Kat(4Kat)S +2Kat A	7 \times 30		57	25	33	0
			4Kat(5Kat)S +3Kat A	9 \times 30		56	23	34	0
5Kat(6Kat)S +4Kat A			11 \times 30		63	30	27	0	
2x1		2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30		27	7	63	0	
		5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 \times 30		40	8	50	0	
3x1		2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30		43	22	47	0	
		5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 \times 30		40	26	50	0	
4x1		2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 \times 30		46	6	44	0	

4.2.2.1. Açı – Kat Sayısı

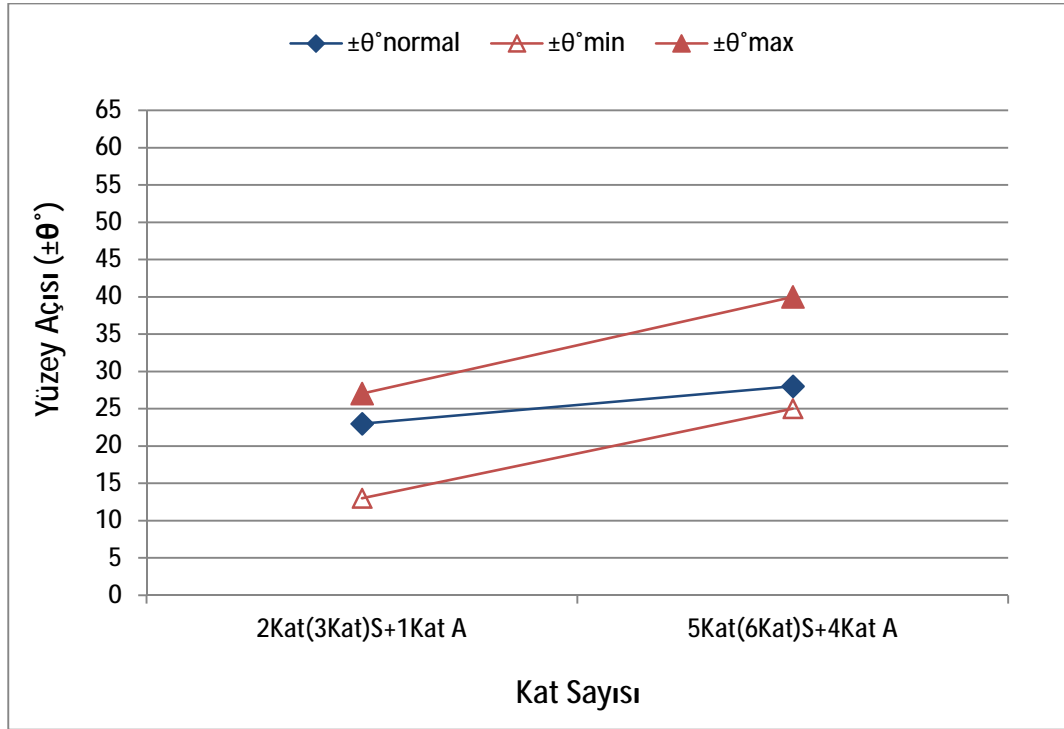
Şekil 4.46'da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça normal koşul ve açılma koşullarındaki (minimum-maksimum) yüzey açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Normal koşul yüzey açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.46. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği.

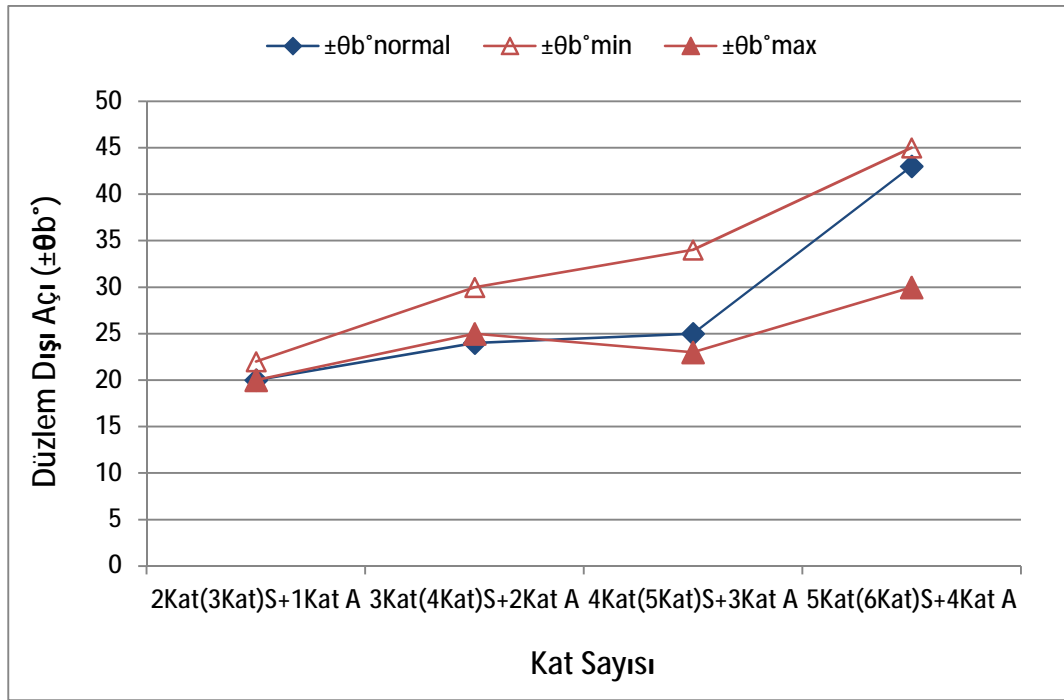
Şekil 4.47'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere

geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça yüzey açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Normal koşul yüzey açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.47. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği.

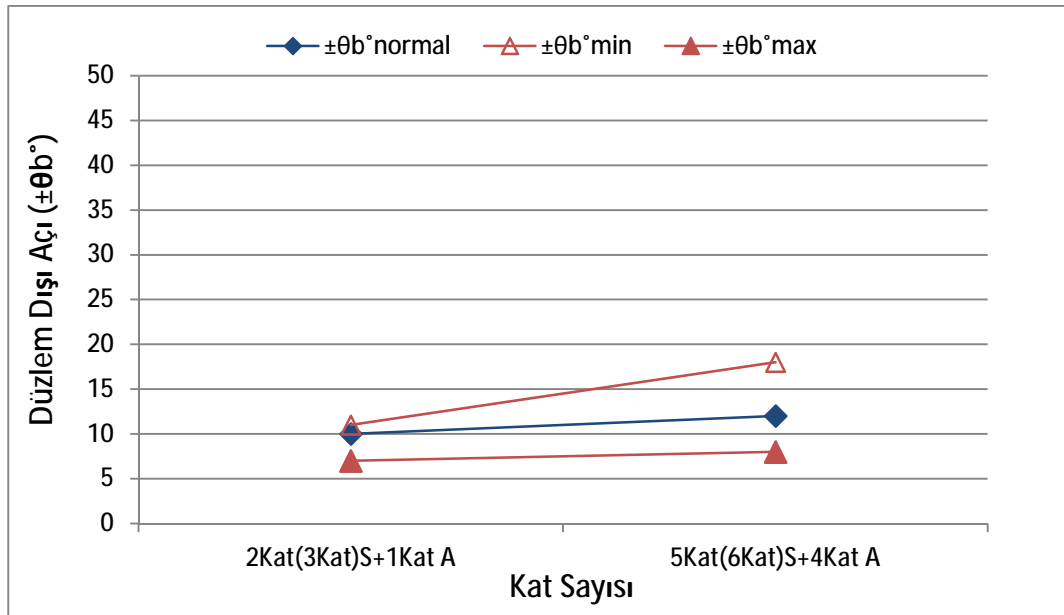
Şekil 4.48’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça saç örgü açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Normal koşul saç örgü açısı değerlerinin, açılma koşulları (minimum-maksimum) saç örgü açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir. Minimum koşul saç örgü açısı değerleri 22° ile 45° arasında olduğu, maksimum koşul saç örgü açısı değerleri 20° ile 30° arasında olduğu ve normal koşul saç örgü açısı değerleri 20° ile 43° arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.



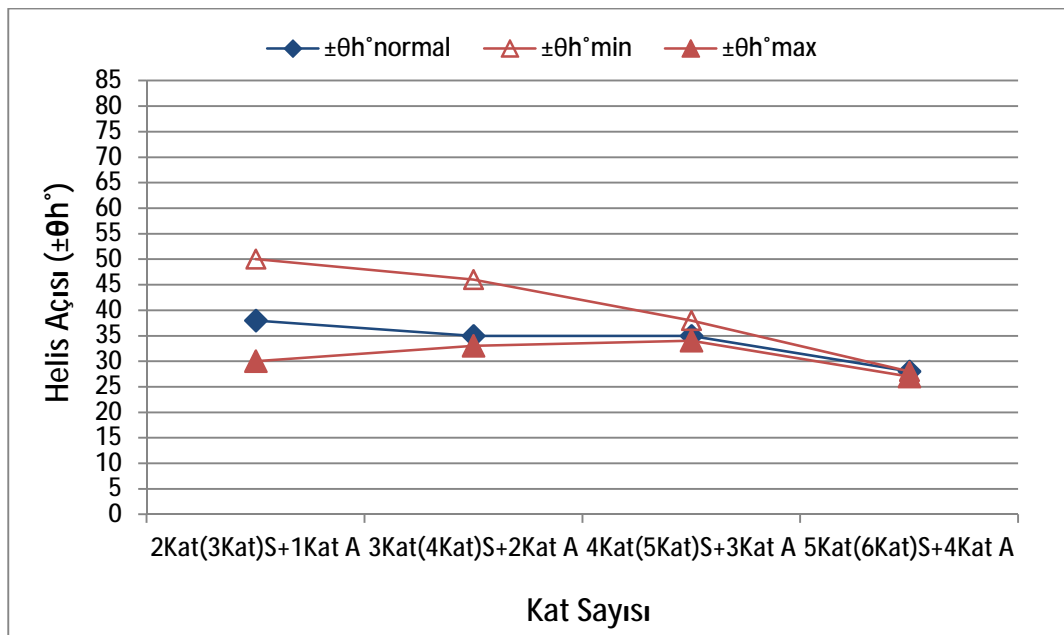
Şekil 4.48. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.49’da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça saç örgü açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal koşul saç örgü açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) saç örgü açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.

Şekil 4.50’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça helis açısı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Normal koşul helis açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) helis açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



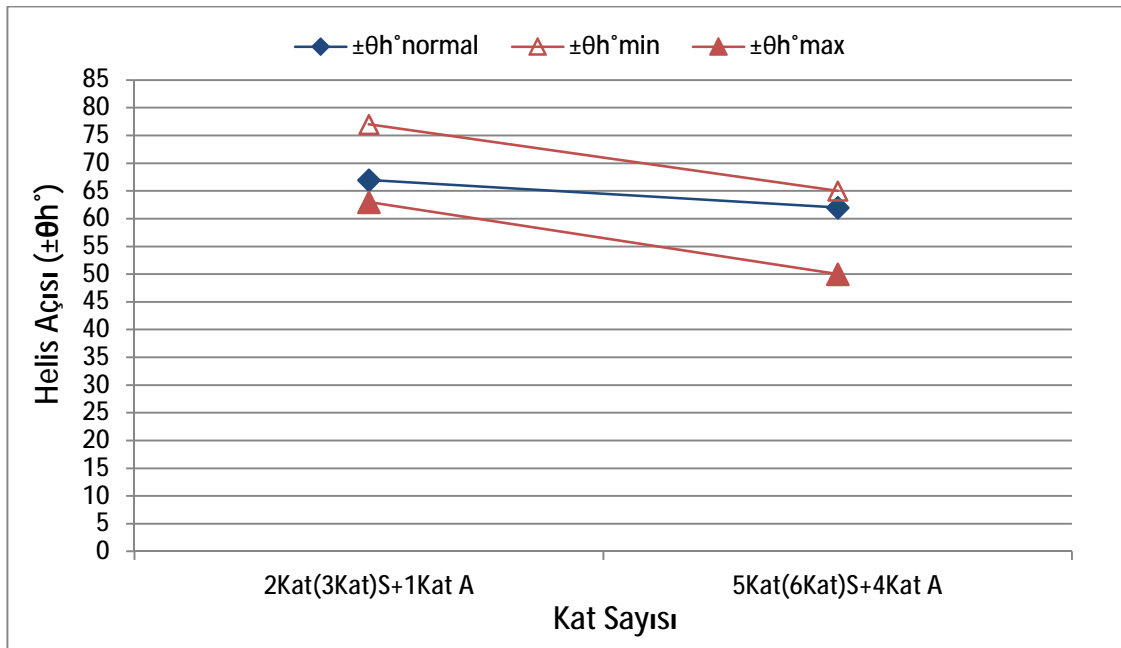
Şekil 4.49. Geleneksel üç boyutlu dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği.



Şekil 4.50. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.51’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı

($\pm\theta_n^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça helis açısı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Normal koşul helis açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) helis açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.51. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği.

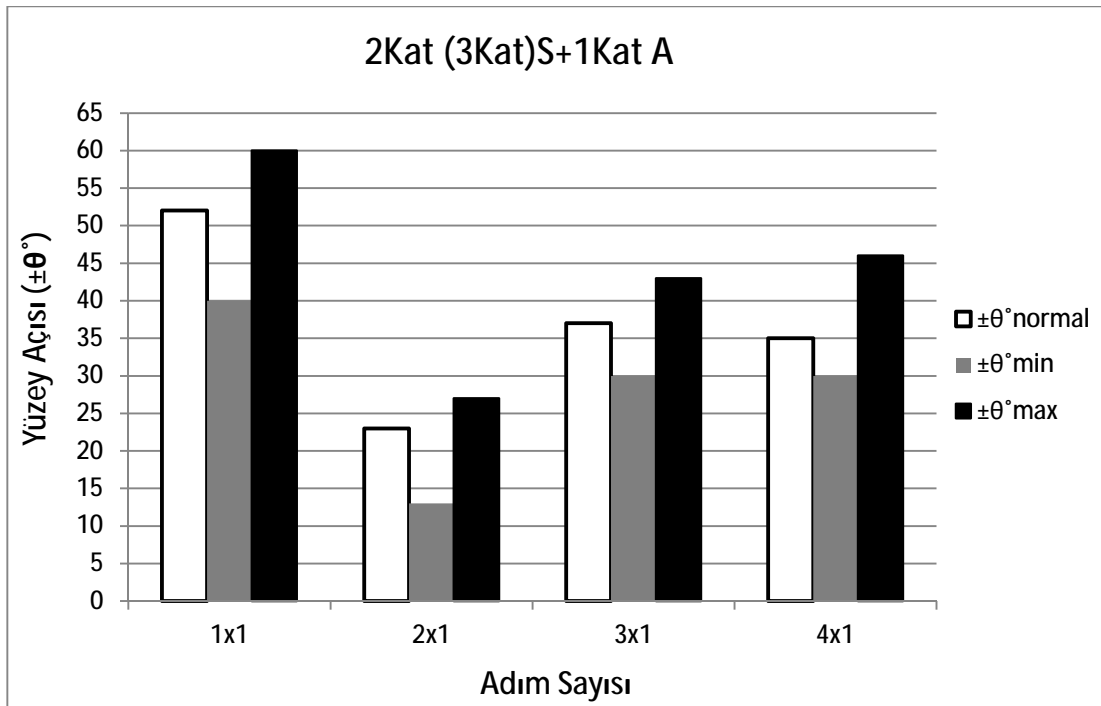
4.2.2.2. Açı – Adım Sayısı

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat)S+1Kat A ve 5kat(6kat)S+4Kat A' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece 2kat(3kat)S+1Kat A ve 5kat(6kat)S+4Kat A' lı yapılarda açı – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.2.2.2.1. 2kat (3kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Açı– Adım Sayısı

Şekil 4.52'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-

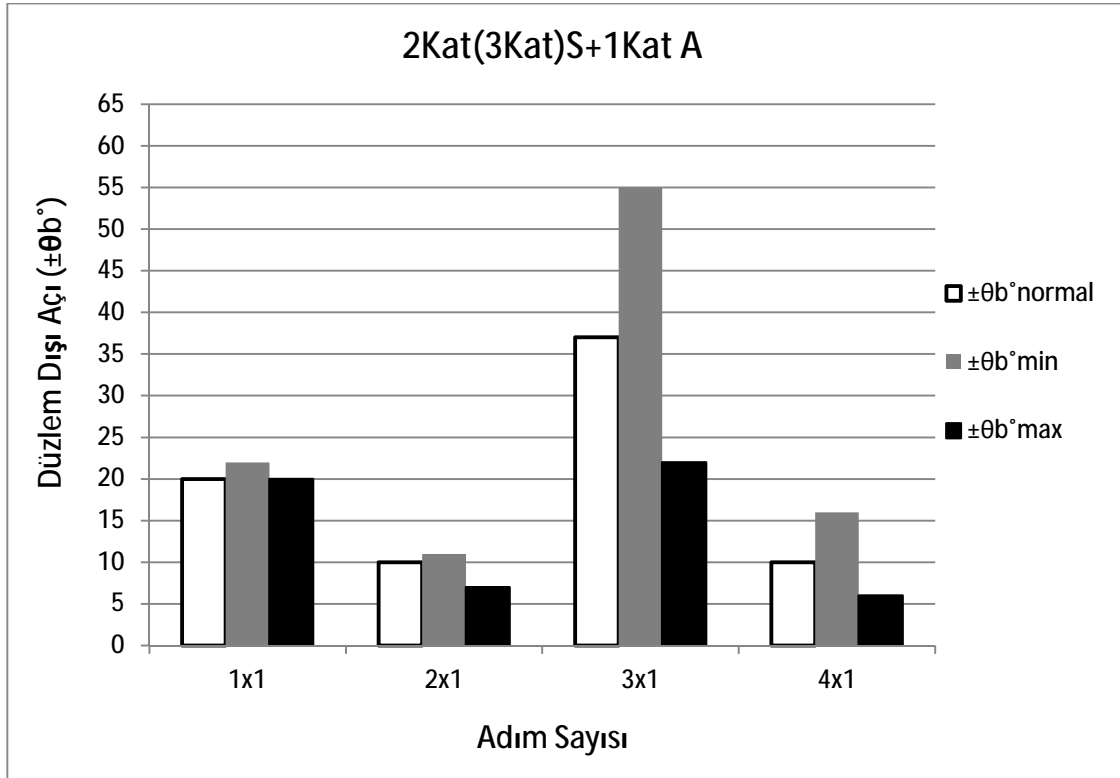
maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneklemlerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde azalma olduğu ancak adım sayısı 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneklemlerde, normal koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.52. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneklemlerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.53'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneklemlerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A örneklemlerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde saç örgü açısı değerlerinde artış olduğu aynı şekilde adım sayısı

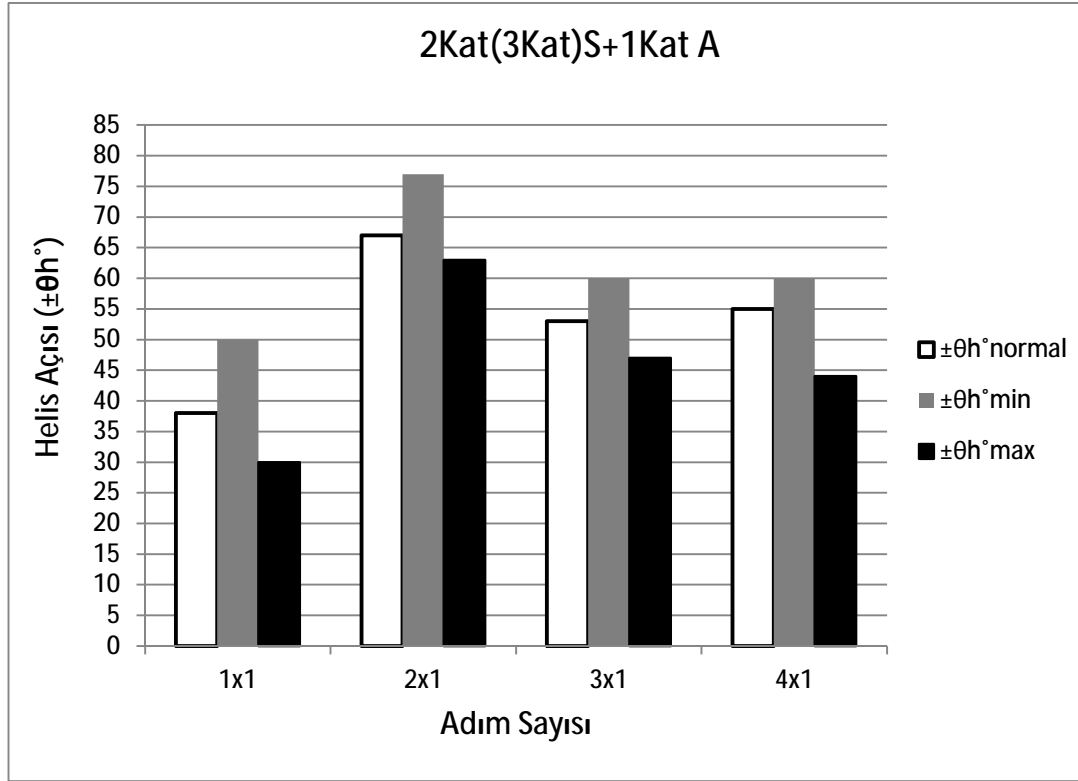
2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde ise saç örgü açısı değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A öñşekillerde, normal koşuldaki saç örgü açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul saç örgü açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.53. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.54'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A öñşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde artış olduğu ancak adım sayısı 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A

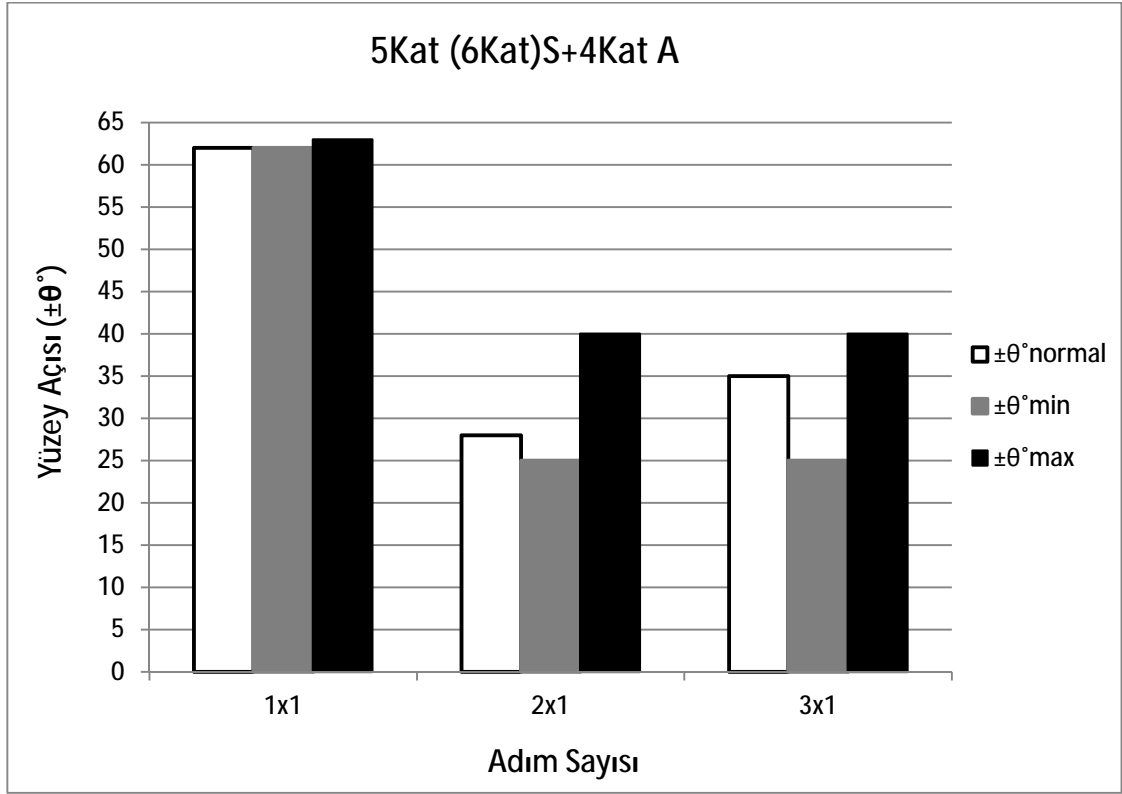
önşekillerde, normal koşuldaki helis açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul helis açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.54. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği.

4.2.2.2.2. 5kat (6kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Açı– Adım Sayısı

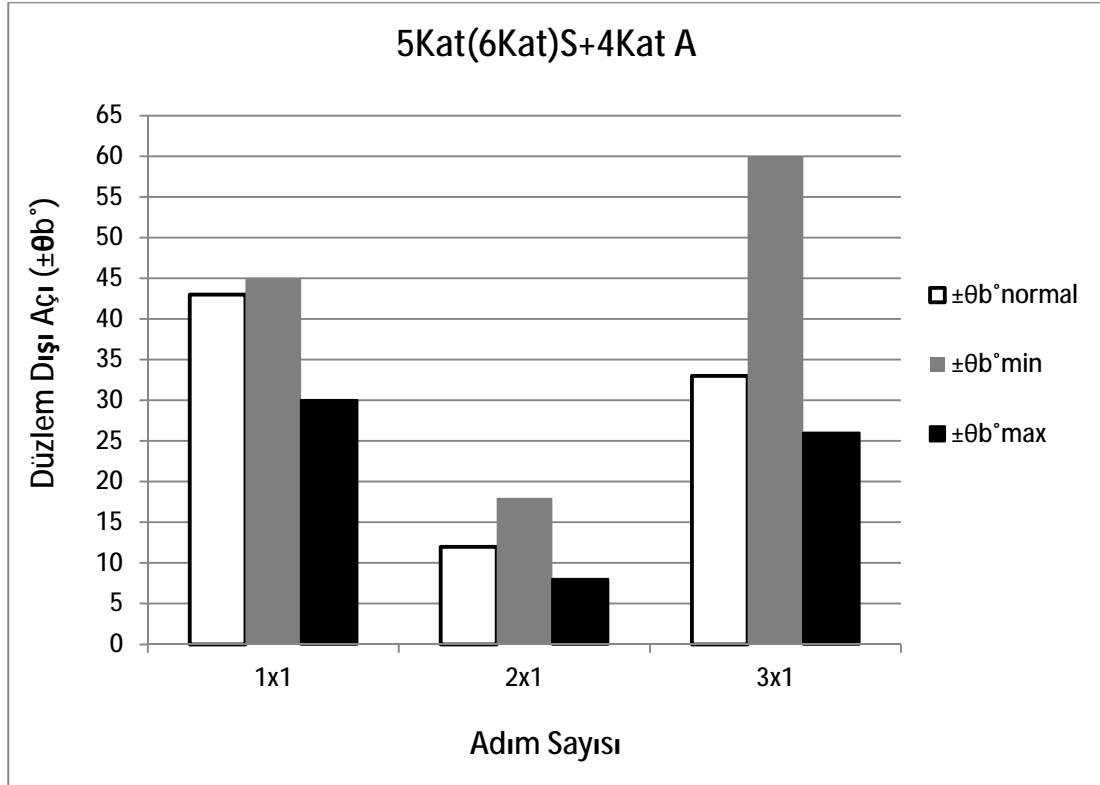
Şekil 4.55’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekillerde, adım sayısı 1x1’den 3x1’e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekillerde, normal koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.55. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.56’da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açısı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerde, adım sayısı 3x1 olan minimum koşul saç örgü açısı değeri göz önüne alınmaz ise adım sayısı 1x1’den 3x1’e değiştirildiğinde saç örgü açısı değelerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerde, normal koşuldaki saç örgü açısı değelerinin minimum koşul ile maksimum koşul saç örgü açısı değeleri arasında yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca adım sayısı 1x1 ve 3x1 olan geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerde normal, minimum ve maksimum koşul saç örgü açısı değelerinin, adım sayısı 2x1 olan

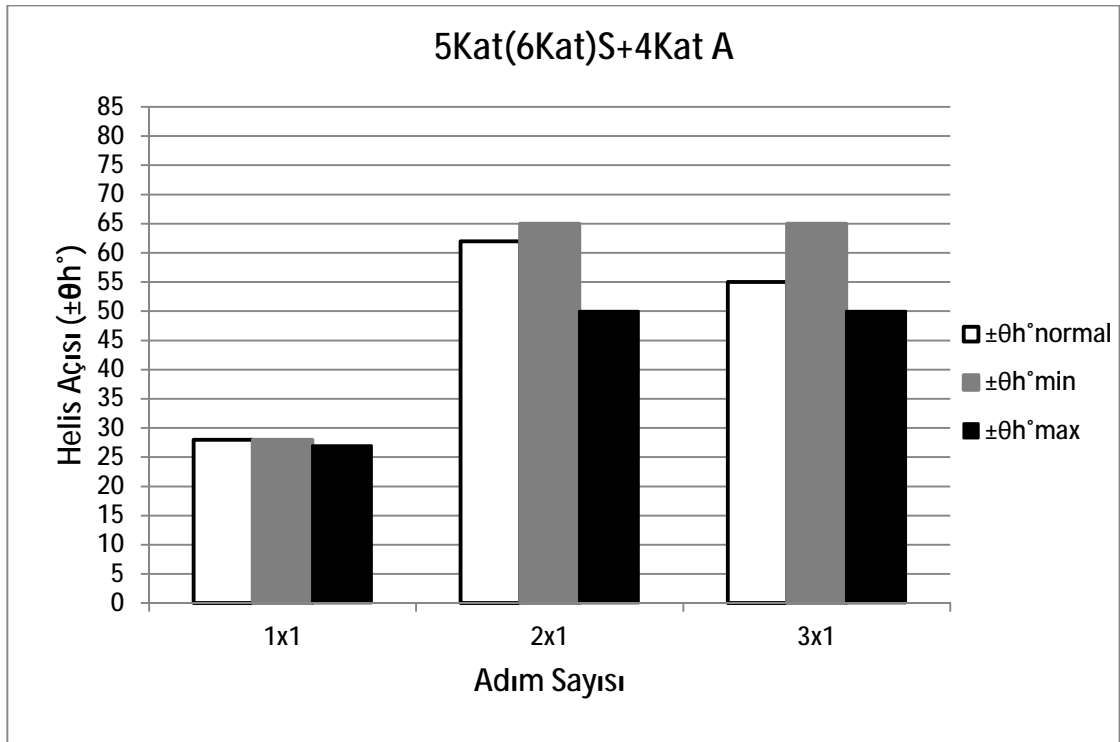
geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekilin normal, minimum ve maksimum koşul saç örgü açısı değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 4.56. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.57’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için açısı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekillerde, adım sayısı 1x1’den 3x1’e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekillerde, normal koşuldaki helis açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul helis açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca adım sayısı 3x1 olan geleneksel üç boyutlu

(3D) dairesel sa örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerde normal, minimum ve maksimum koşul helis açısı değerlerinin, adım sayısı 2x1 olan geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel sa örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekilin normal, minimum ve maksimum koşul helis açısı değerleriyle benzer olduğu görölmüştür.



Şekil 4.57. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı sa örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği.

4.2.3. Öñşekillerin Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi

Tablo 4.11'de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı sa örgülü öñşekillerin normal şart altındaki, Tablo 4.12'de ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki temsili iplik uzunluk ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.11. Geleneksel üç boyutlu dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Yapı	Kat Sayısı	İplik	İplik	Saç Örgü	Yüzey	Toplam	Aksiyal
		Çevresel × Radyal (C×R)	Yüzey Uzunluğu (l, cm)	İplik Uzunluğu (lb, cm)	Ark Uzunluğu (la, cm)	İplik Uzunluğu (lt _y , cm)	İplik Uzunluğu (lal, cm)
1x1	2Kat(3Kat)S +1Kat A	5 × 30	13.50	2.00	5.00	7.00	8.00
	3Kat(4Kat)S +2Kat A	7 × 30	16.00	5.50	4.70	10.20	10.50
	4Kat(5Kat)S +3Kat A	9 × 30	23.00	8.30	5.00	13.30	13.50
	5Kat(6Kat)S +4Kat A	11 × 30	30.00	9.00	6.30	15.30	16.00

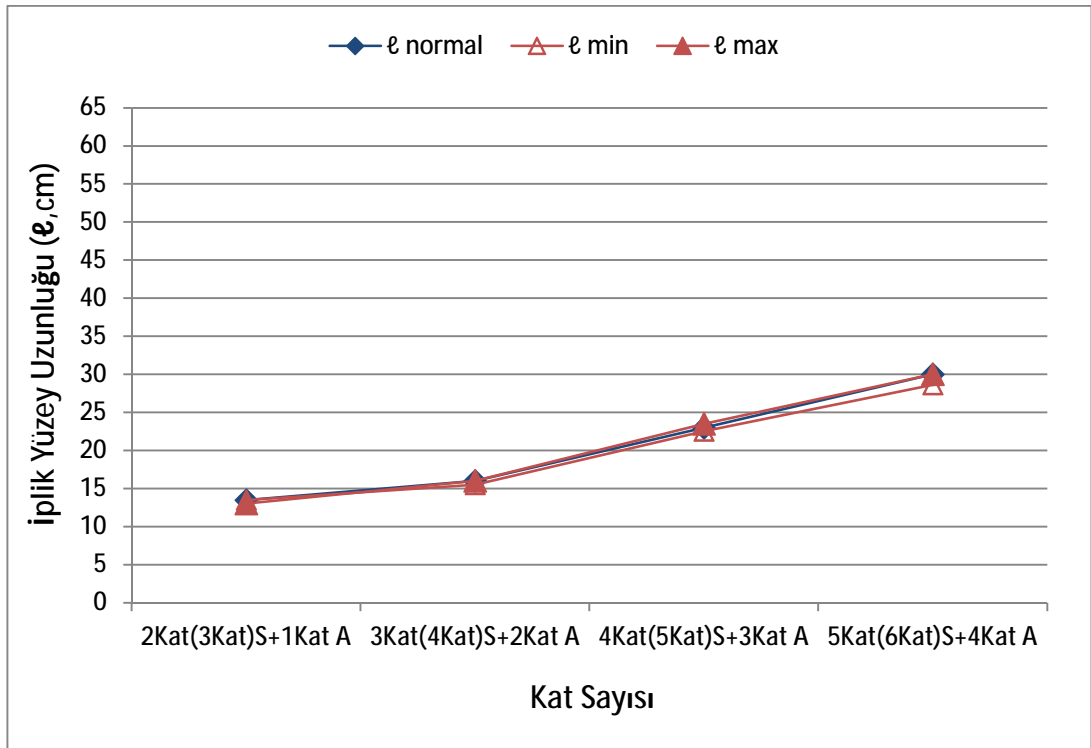
Tablo 4.12. Geleneksel üç boyutlu dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik	İplik	Saç Örgü	Yüzey	Toplam	Aksiyal
			Çevresel × Radyal (C×R)	Yüzey Uzunluğu (l, cm)	İplik Uzunluğu (lb, cm)	Ark Uzunluğu (la, cm)	İplik Uzunluğu (lt _y , cm)	İplik Uzunluğu (lal, cm)
Minimum	1x1	2Kat(3Kat)S+ 1Kat A	5 × 30	13.50	1.80	5.20	7.00	11.00
		3Kat(4Kat)S+ 2Kat A	7 × 30	15.50	5.20	4.70	9.90	12.50
		4Kat(5Kat)S+ 3Kat A	9 × 30	22.50	7.80	5.00	12.80	15.00
		5Kat(6Kat)S+ 4Kat A	11 × 30	28.60	9.00	5.50	14.50	17.60
Maksimum	1x1	2Kat(3Kat)S+ 1Kat A	5 × 30	13.00	2.30	5.00	7.30	6.50
		3Kat(4Kat)S+ 2Kat A	7 × 30	16.00	5.60	4.70	10.30	9.00
		4Kat(5Kat)S+ 3Kat A	9 × 30	23.50	8.30	5.00	13.30	13.00
		5Kat(6Kat)S+ 4Kat A	11 × 30	30.00	9.00	6.30	15.30	15.00

4.2.3.1. İplik Yüzey Uzunluğu (ℓ) – Kat Sayısı

Şekil 4.58’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu (ℓ) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça iplik

yüzey uzunluğu değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneklere için normal koşul iplik yüzey uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) iplik yüzey uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul iplik yüzey uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

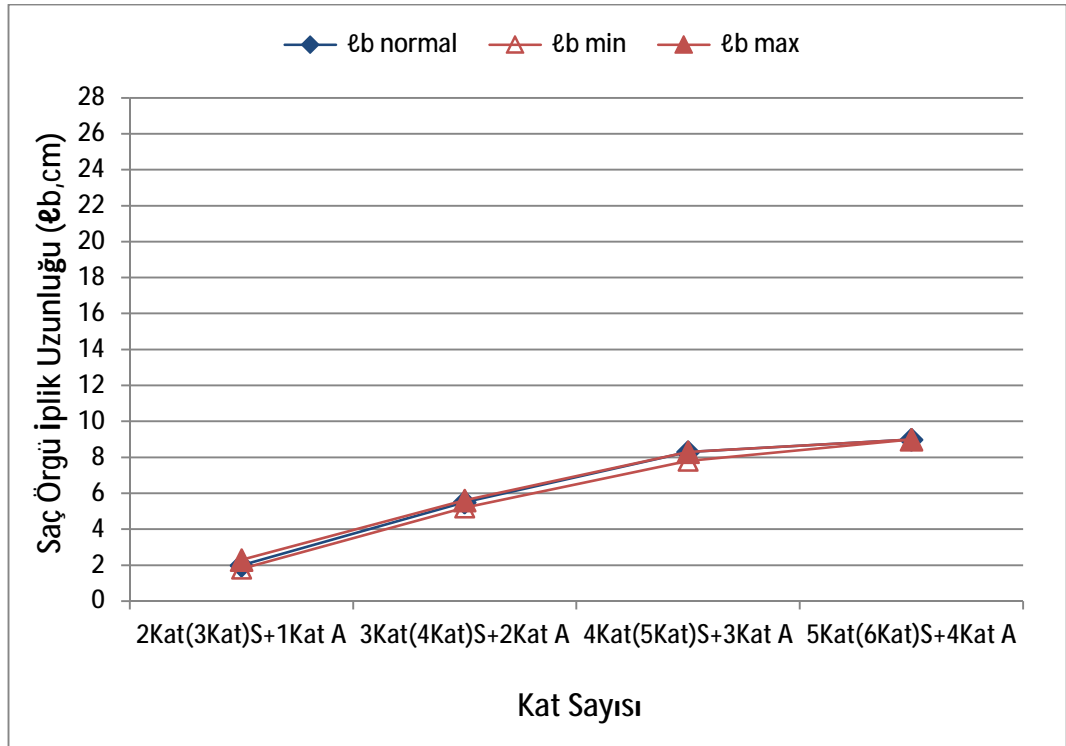


Şekil 4.58. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneklere için normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.2.3.2. Saç Örgü İplik Uzunluğu (l_b) – Kat Sayısı

Şekil 4.59’da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneklere için normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu (l_b) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 örneklere için normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça saç örgü iplik uzunluğu değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca

geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekiller için normal koşul saç örgü iplik uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) saç örgü iplik uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul saç örgü iplik uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

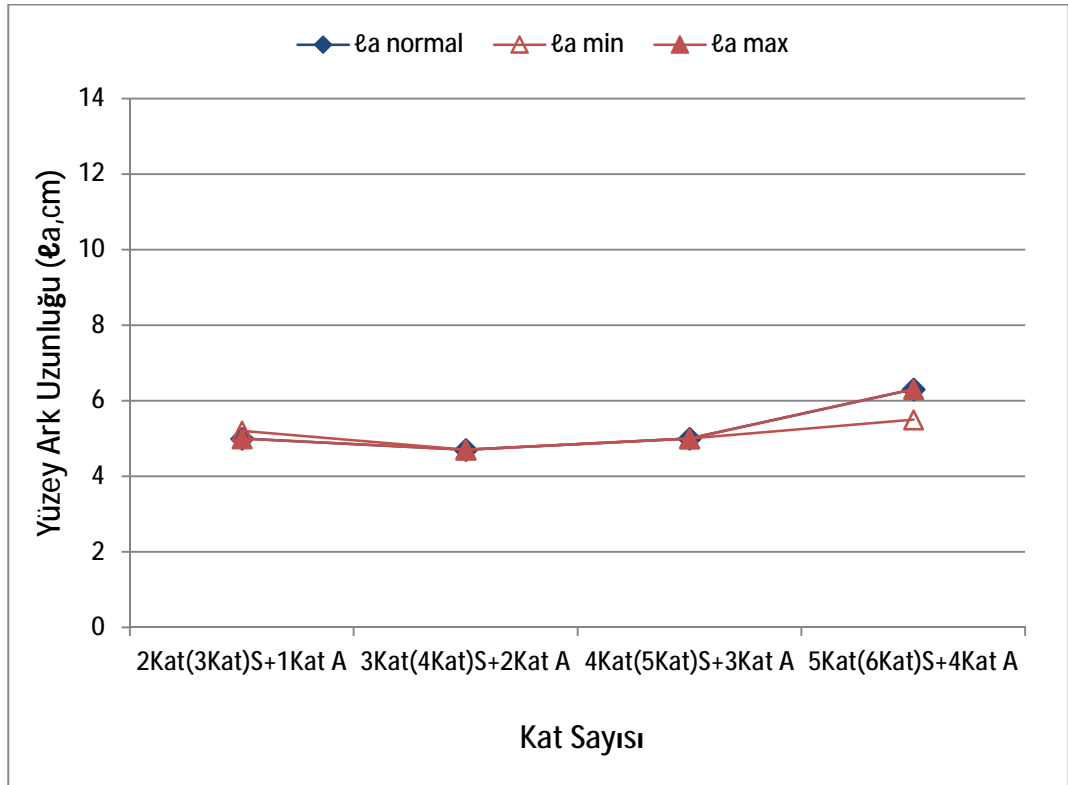


Şekil 4.59. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.2.3.3. Yüzey Ark Uzunluğu (l_a) – Kat Sayısı

Şekil 4.60'da, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark uzunluğu (l_a) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça yüzey ark uzunluğu değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca geleneksel üç

boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekiller için normal koşul yüzey ark uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) yüzey ark uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul yüzey ark uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

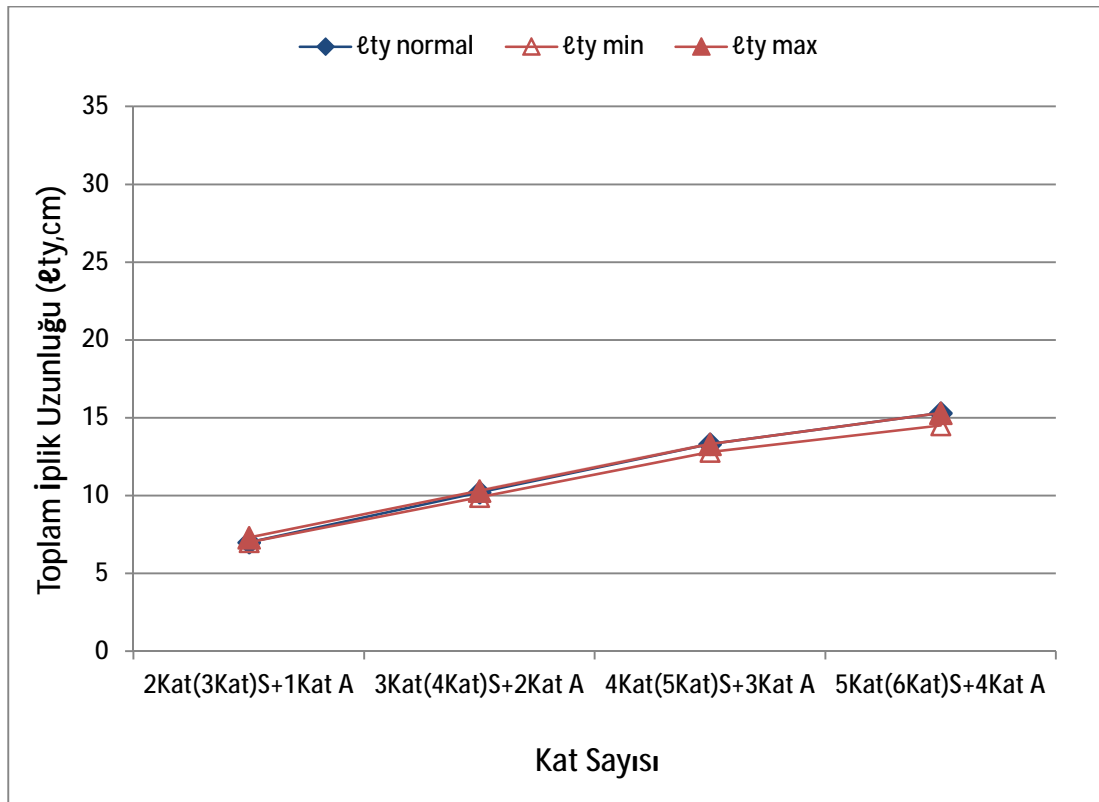


Şekil 4.60. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.2.3.4. Toplam İplik Uzunluğu (l_{ty}) – Kat Sayısı

Şekil 4.61’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu ($l_{ty}=l_a+l_b$) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça toplam iplik uzunluğu değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.

Ayrıca geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 öneşekiller için normal koşul toplam iplik uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) toplam iplik uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul toplam iplik uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.



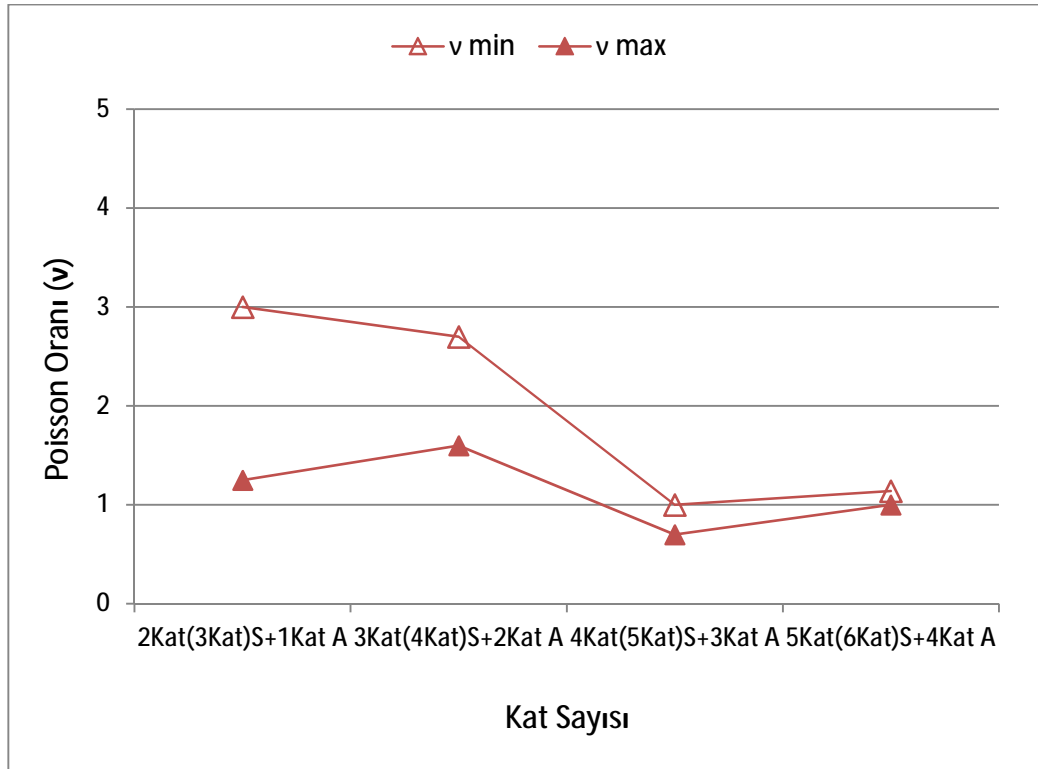
Şekil 4.61. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 öneşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.2.4. Öneşekillerin Poisson Oranı Ölçüm Verileri

4.2.4.1. Poisson Oranı (ν) – Kat Sayısı

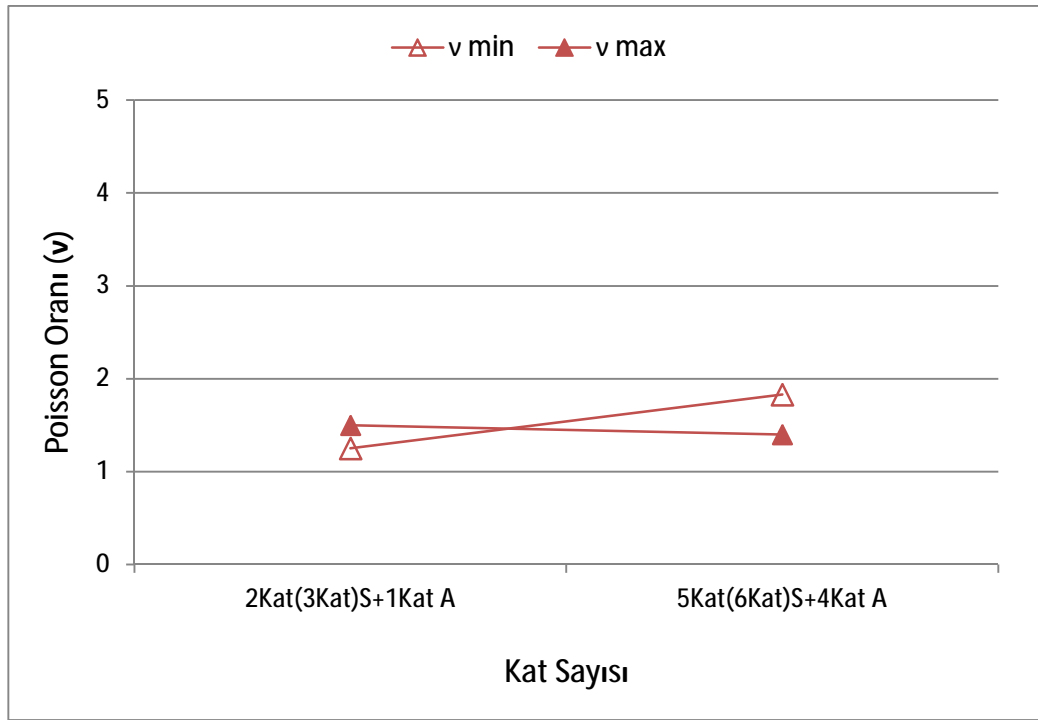
Şekil 4.62’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 öneşekillerin, Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 öneşekillerde, kat sayısı arttıkça Poisson oranında (ν) hafif bir

azalma olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerleri, minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinden düşük çıkmıştır. Minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerleri yaklaşık olarak 1 ile 3 arasında değişirken, maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerleri yaklaşık olarak 0.7 ile 1.6 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.62. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.63’de geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça Minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinde belirgin bir artış varken maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerlerinde az oranda bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerleri yaklaşık olarak 1.25 ile 1.90 arasında değişirken, maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerleri yaklaşık olarak 1.4 ile 1.5 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



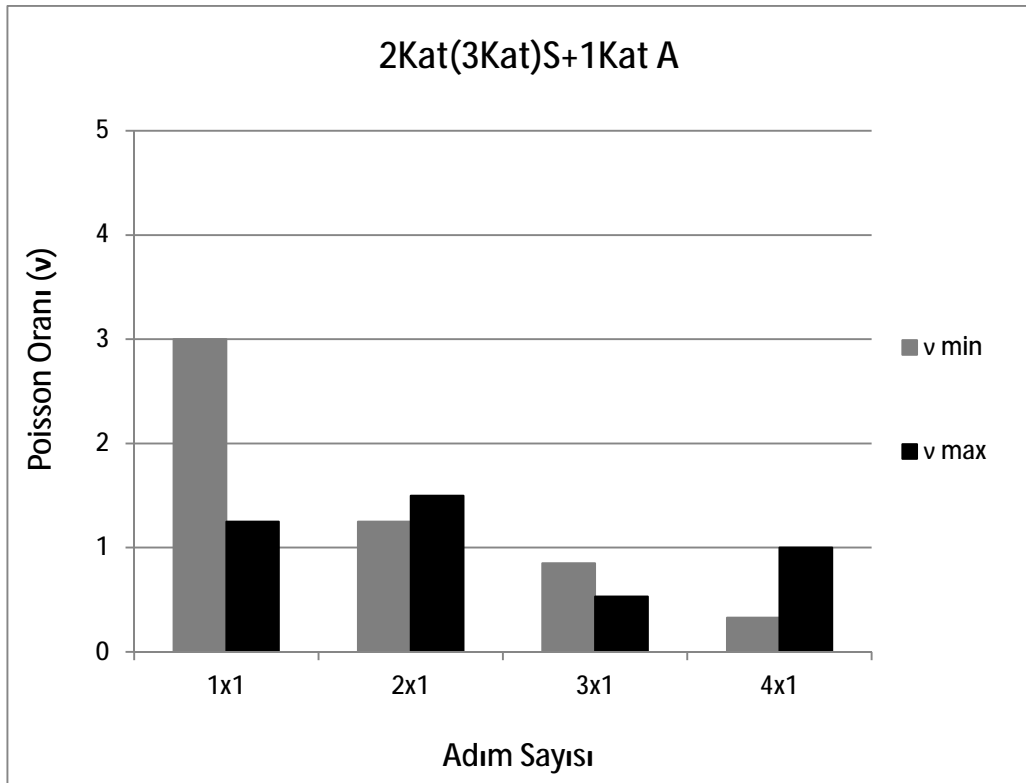
Şekil 4.63 Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.2.4.2. Poisson Oranı (ν) – Adım Sayısı

Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat)S+1Kat A ve 5kat(6kat)S+1Kat A' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece bu yapılarda Poisson oranı – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.2.4.2.1. 2kat (3kat)S + 1Kat A Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı

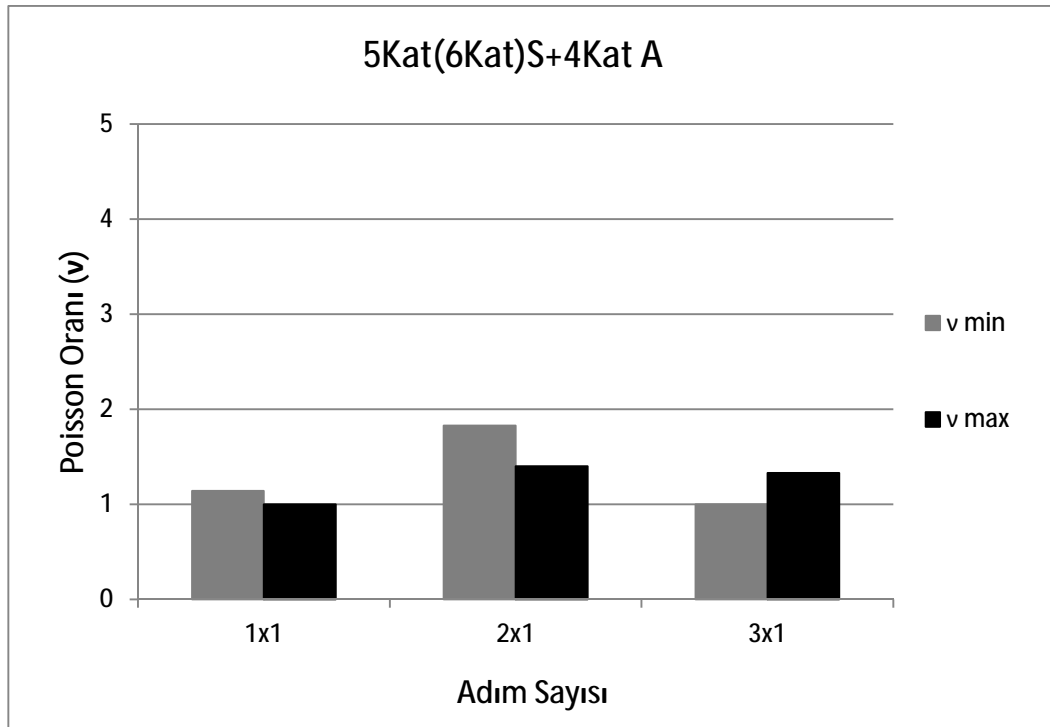
Şekil 4.64'de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerin Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde maksimum koşul Poisson oranı (ν_{\max}) ve minimum koşul Poisson oranı (ν_{\min}) değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde Poisson oranındaki (ν) azalma miktarı, adım sayısı 2x1'den 4x1'e değiştirildiğindeki azalma miktarına kıyasla daha fazladır.



Şekil 4.64. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S+1Kat A öñşekiller için Poisson oranı – adım sayısı grafiği.

4.2.4.2.2. 5kat (6kat)S + 4Kat A Öñşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı

Şekil 4.65’de, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerin Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A öñşekillerde, adım sayısı 1x1’den 3x1’e değiştirildiğinde maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) ve minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinde kayda değer bir değişim gözlemlenmemiştir. Ancak adım sayısı 5Kat(6Kat)S+4Kat A 2x1 olan öñşekilin maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) ve minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinin, adım sayısı 1x1 ve 3x1 5Kat(6Kat)S+4Kat A olan öñşekillerin maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) ve minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerleriyle kıyaslandığı zaman hem maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) hemde minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinde bir miktar artış olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.65. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)S+4Kat A önşekiller için Poisson oranı – adım sayısı grafiği.

4.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller (Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler

Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekiller (Bilişik Yöntemi) 1x1, 2x1, 3x1, 4x1 ve 6x1 gibi farklı adım sayıları kullanılarak üretilmiştir. Bilişik yöntemi ile üretilen 1x1 ve 3x1 gibi tek adım sayılı önşekillerde, katlarıyla tamamı ile kesişmeli entegre olmuş bir yapı elde edilmiştir. Ancak 2x1, 4x1 ve 6x1 gibi çift adım sayılı önşekillerde ise katlar arası bağlantılı bir yapı elde edilmemiştir ve bu çift adımlı yapılar, çok katmanlı iç içe geçmiş silindirik (concentric cylinder) yapı formunda kendini göstermiştir.

4.3.1. Önşekillerin Yapı ve Birim Hücredeki Boyutsal Ölçüm Verileri

Tablo 4.13'de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altındaki, Tablo 4.14'de ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yapı ve birim hücrenin boyutsal ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.13. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.

Yapı	Kat Sayısı	İplik	Yapı	Birim Hücre	Sıklık (uç/5cm)
		Çevresel × Radyal (C×R)	Uzunluk × Çap × Duvar Kalınlığı (cm)	Uzunluk × Dış Çap Genişliği × Duvar Kalınlığı (cm)	
<i>1×1</i>	2Kat(3Kat)	4 × 30	26.00 × 15.50 × 1.603	11.50 × 4.70 × 1.603	4
	3Kat(4Kat)	5 × 30	26.00 × 22.20 × 1.713	12.00 × 3.00 × 1.713	3
	4Kat(5Kat)	6 × 30	26.00 × 25.20 × 2.302	17.00 × 6.00 × 2.302	3
	5Kat(6Kat)	7 × 30	26.00 × 25.50 × 2.711	18.00 × 6.50 × 2.711	3
	6Kat(7Kat)	8 × 30	26.00 × 27.70 × 3.524	20.30 × 7.00 × 3.524	3
	7Kat(8Kat)	9 × 30	26.00 × 27.90 × 3.861	20.50 × 3.50 × 3.861	2
	8Kat(9Kat)	10 × 30	26.00 × 29.50 × 4.481	21.00 × 13.50 × 4.481	2
	9Kat(10Kat)	11 × 30	26.00 × 30.00 × 5.934	26.00 × 11.00 × 5.934	2
	<i>2×1</i>	2Kat(3Kat)Dış Katman	4 × 30	26.00 × 11.50 × 2.397	6.70 × 0.60 × 2.397
2Kat(3Kat)İç Katman		4 × 30	26.00 × 10.50 × 1.771	8.00 × 4.00 × 1.771	3
5Kat(6Kat)Dış Katman		7 × 30	26.00 × 14.20 × 4.925	9.00 × 0.50 × 4.925	2
5Kat(6Kat)İç Katman		7 × 30	26.00 × 13.20 × 4.287	12.00 × 3.00 × 4.287	3
8Kat(9Kat)Dış Katman		10 × 30	26.00 × 15.50 × 5.302	17.00 × 0.50 × 5.302	2
8Kat(9Kat)İç Katman		10 × 30	26.00 × 14.50 × 4.466	16.00 × 5.00 × 4.466	3
<i>3×1</i>	2Kat(3Kat)	4 × 30	26.00 × 10.00 × 3.514	26.30 × 4.50 × 3.514	3
<i>4×1</i>	2Kat(3Kat)	4 × 30	26.00 × 11.00 × 2.776	15.70 × 5.00 × 2.776	3
<i>6×1</i>	2Kat(3Kat)	4 × 30	26.00 × 10.00 × 3.574	19.00 × 9.00 × 3.574	3

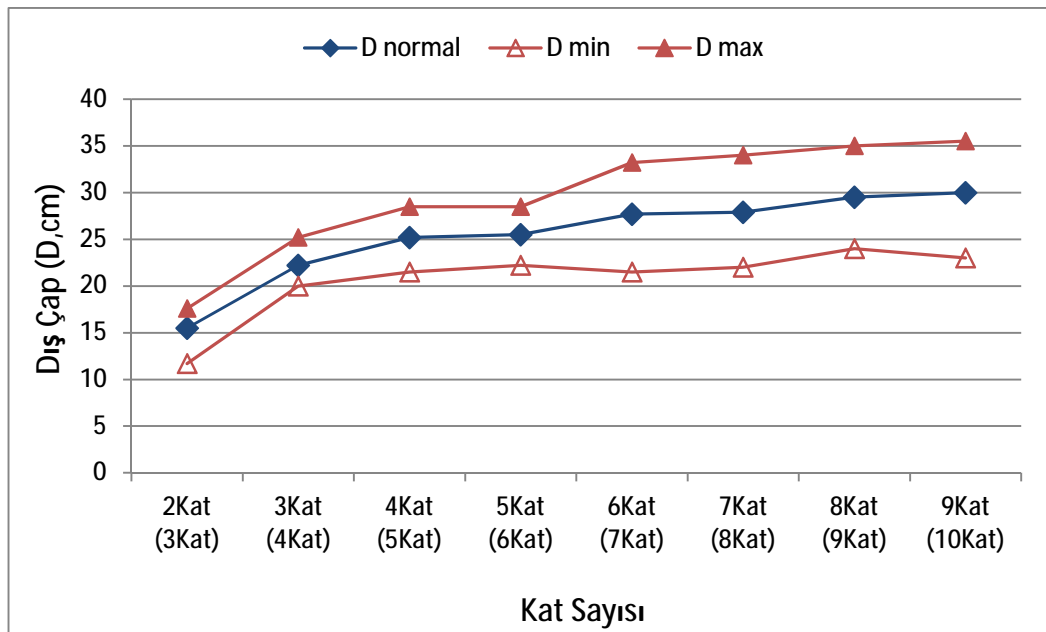
Tablo 4.14. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik	Yapı	Birim Hücre	Sıklık (Uç/5cm)	
			Çevresel × Radyal (C×R)	Uzunluk × Çap × Duvar Kalınlığı (cm)	Uzunluk × Dış Çap Genişliği × Duvar Kalınlığı (cm)		
Minimum	1x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	27.00 × 11.70 × 1.827	12.00 × 4.00 × 1.827	5	
		3Kat(4Kat)	5 × 30	27.50 × 20.00 × 2.071	12.50 × 2.50 × 2.071	4	
		4Kat(5Kat)	6 × 30	27.50 × 21.50 × 2.731	18.00 × 3.50 × 2.731	4	
		5Kat(6Kat)	7 × 30	27.00 × 22.20 × 3.055	18.50 × 4.50 × 3.055	4	
		6Kat(7Kat)	8 × 30	28.00 × 21.50 × 3.905	21.00 × 4.50 × 3.905	4	
		7Kat(8Kat)	9 × 30	27.70 × 22.00 × 4.187	21.00 × 3.20 × 4.187	3	
		8Kat(9Kat)	10 × 30	27.00 × 24.00 × 4.922	22.00 × 11.00 × 4.922	3	
		9Kat(10Kat)	11 × 30	26.50 × 23.00 × 6.224	27.00 × 9.00 × 6.224	3	
		2x1	2Kat(3Kat) Dış Katman	4 × 30	26.00 × 7.70 × 2.932	6.70 × 0.50 × 2.932	3
	2Kat(3Kat) İç Katman		4 × 30	27.00 × 6.70 × 2.650	9.00 × 2.50 × 2.650	4	
	5Kat(6Kat) Dış Katman		7 × 30	26.00 × 10.00 × 5.176	9.00 × 0.50 × 5.176	3	
	5Kat(6Kat) İç Katman		7 × 30	26.50 × 9.00 × 4.765	12.50 × 2.00 × 4.765	4	
	8Kat(9Kat) Dış Katman		10 × 30	26.00 × 11.50 × 5.925	17.00 × 0.50 × 5.925	2	
	8Kat(9Kat) İç Katman		10 × 30	27.00 × 10.50 × 5.002	17.00 × 3.50 × 5.002	4	
	3x1		2Kat(3Kat)	4 × 30	27.20 × 8.10 × 3.733	28.00 × 3.70 × 3.733	4
	4x1		2Kat(3Kat)	4 × 30	27.50 × 8.70 × 3.053	16.30 × 3.50 × 3.053	4
	6x1		2Kat(3Kat)	4 × 30	28.00 × 7.50 × 3.627	19.80 × 6.00 × 3.627	3
	Maksimum	1x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	24.00 × 17.60 × 1.420	10.50 × 6.80 × 1.420	3
			3Kat(4Kat)	5 × 30	20.50 × 25.20 × 1.541	11.00 × 4.00 × 1.541	2
			4Kat(5Kat)	6 × 30	25.50 × 28.50 × 2.072	16.50 × 9.00 × 2.072	2
			5Kat(6Kat)	7 × 30	25.50 × 28.50 × 2.400	17.50 × 7.50 × 2.400	2
6Kat(7Kat)			8 × 30	25.00 × 33.20 × 2.865	19.00 × 8.50 × 2.865	2	
7Kat(8Kat)			9 × 30	25.70 × 34.00 × 3.561	20.00 × 4.00 × 3.561	2	
8Kat(9Kat)			10 × 30	24.50 × 35.00 × 3.932	20.00 × 15.00 × 3.932	2	
9Kat(10Kat)			11 × 30	25.00 × 35.50 × 4.580	25.30 × 14.00 × 4.580	2	
2x1			2Kat(3Kat) Dış Katman	4 × 30	26.00 × 13.50 × 2.207	6.70 × 0.50 × 2.207	2
		2Kat(3Kat) İç Katman	4 × 30	24.50 × 12.70 × 1.570	7.30 × 4.70 × 1.570	3	
		5Kat(6Kat) Dış Katman	7 × 30	26.00 × 19.00 × 4.230	9.00 × 0.50 × 4.230	2	
		5Kat(6Kat) İç Katman	7 × 30	23.50 × 18.00 × 3.734	11.20 × 5.00 × 3.734	2	
		8Kat(9Kat) Dış Katman	10 × 30	26.00 × 21.70 × 4.400	17.00 × 0.50 × 4.400	1	
		8Kat(9Kat) İç Katman	10 × 30	25.00 × 20.02 × 4.023	15.00 × 8.00 × 4.023	2	
		3x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	24.20 × 14.00 × 2.580	24.00 × 6.00 × 2.580	2
		4x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	25.00 × 14.50 × 2.480	14.50 × 6.00 × 2.480	2
		6x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	24.50 × 11.00 × 2.510	17.50 × 10.00 × 2.510	3

4.3.1.1. Dış Çap Ve Uzunluk Verilerinin Değerlendirilmesi

4.3.1.1.1. Dış Çap – Kat Sayısı

Şekil 4.66’da yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap değerleri için dış çap – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça dış çap değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, normal koşuldaki dış çap değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) dış çap değerleri arasında olduğu ve maksimum koşuldaki dış çap değerlerinin, minimum koşuldaki dış çap değerlerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir.

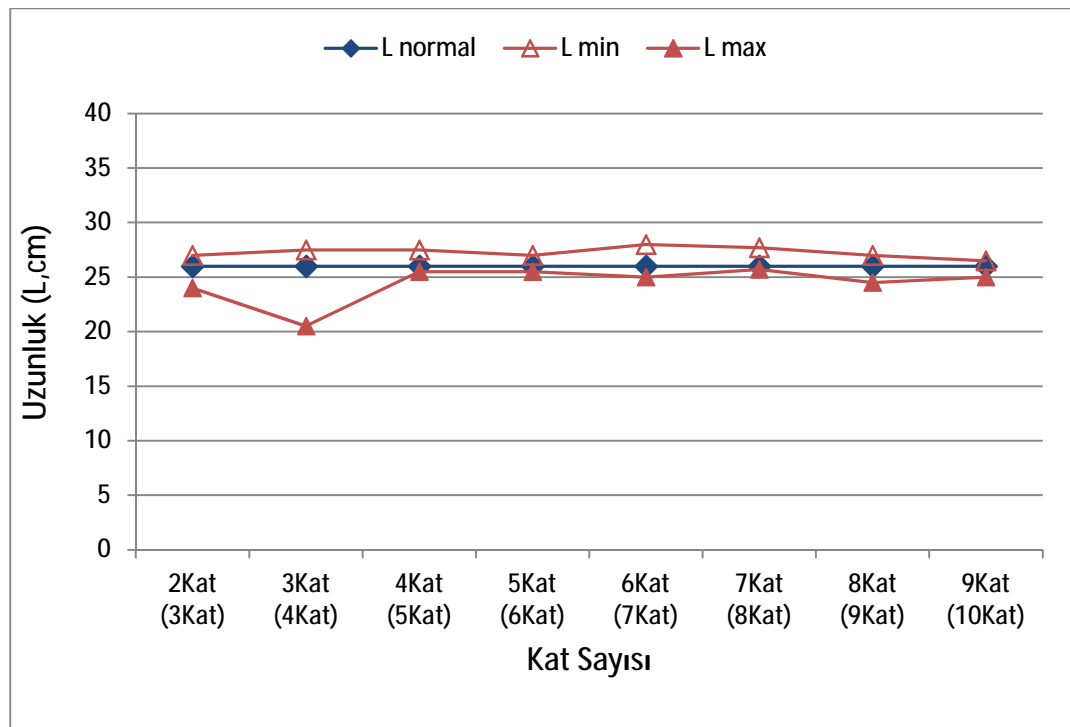


Şekil 4.66. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – kat sayısı grafiği.

4.3.1.1.2. Uzunluk – Kat Sayısı

Şekil 4.67’de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk değerleri için

uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı artmasının nerede ise yapıların uzunluk değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, normal koşuldaki uzunluk değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) uzunluk değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca minimum koşuldaki uzunluk değerlerinin, maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinden daha büyük olduğu ve minimum - maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinin dar bir aralıkta yer aldığı tespit edilmiştir.



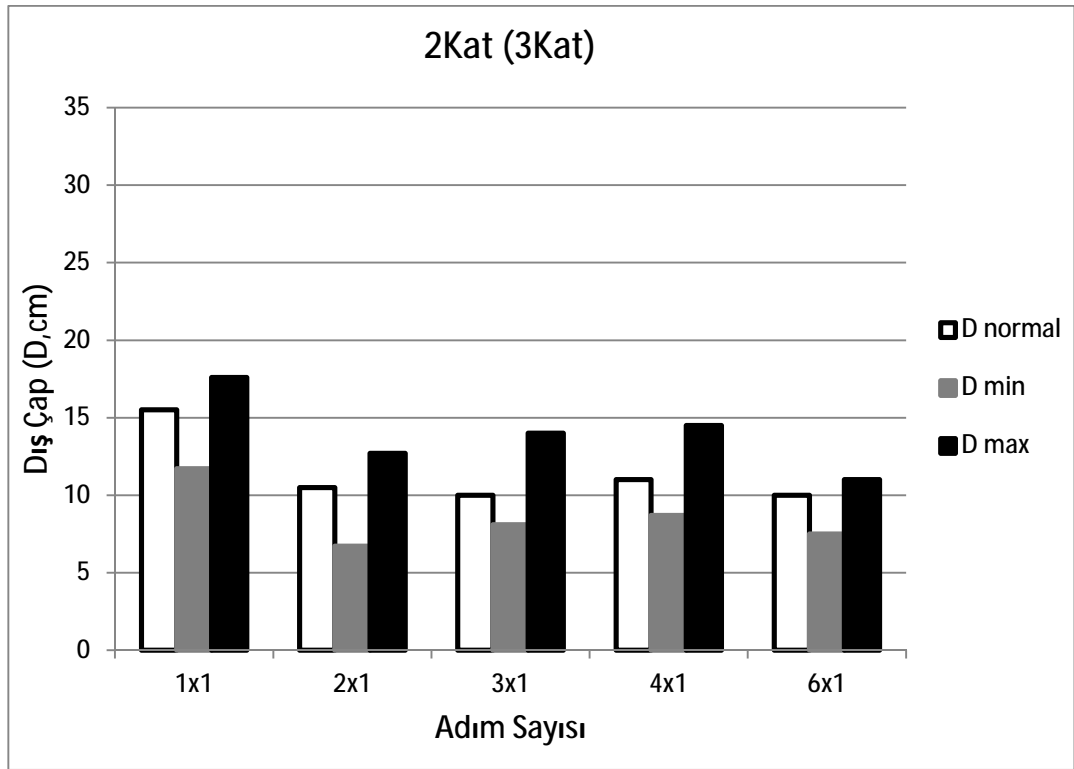
Şekil 4.67. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – kat sayısı grafiği.

4.3.1.1.3. Dış Çap – Adım Sayısı

4.3.1.1.3.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Dış Çap – Adım Sayısı

Şekil 4.68’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap değerleri için dış çap – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni

geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde dış çap değerlerinde azalma, adım sayısı 2x1'den 4x1 ve 6x1'e değiştirildiğinde ise dış çap değerlerinde önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, normal koşuldaki dış çap değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul dış çap değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



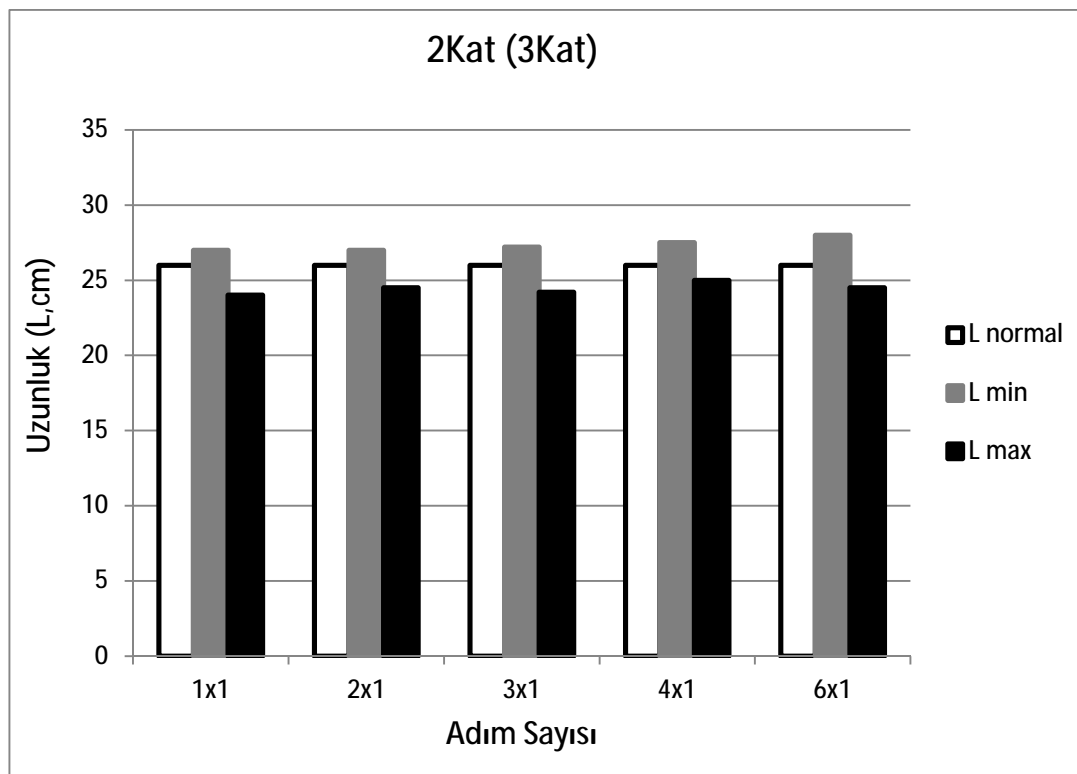
Şekil 4.68. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap – adım sayısı grafiği.

4.3.1.1.4. Uzunluk – Adım Sayısı

4.3.1.1.4.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Uzunluk – Adım Sayısı

Şekil 4.69'da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk değerleri için uzunluk – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, adım sayısı

1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1 ve 6x1'e değiştirildiğinde normal koşul altındaki uzunluk değerlerinde bir farklılık gözlemlenmemiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, normal koşuldaki uzunluk değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul uzunluk değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca minimum koşuldaki uzunluk değerlerinin, maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinden daha büyük olduğu ve minimum - maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinin dar bir aralıkta yer aldığı tespit edilmiştir.



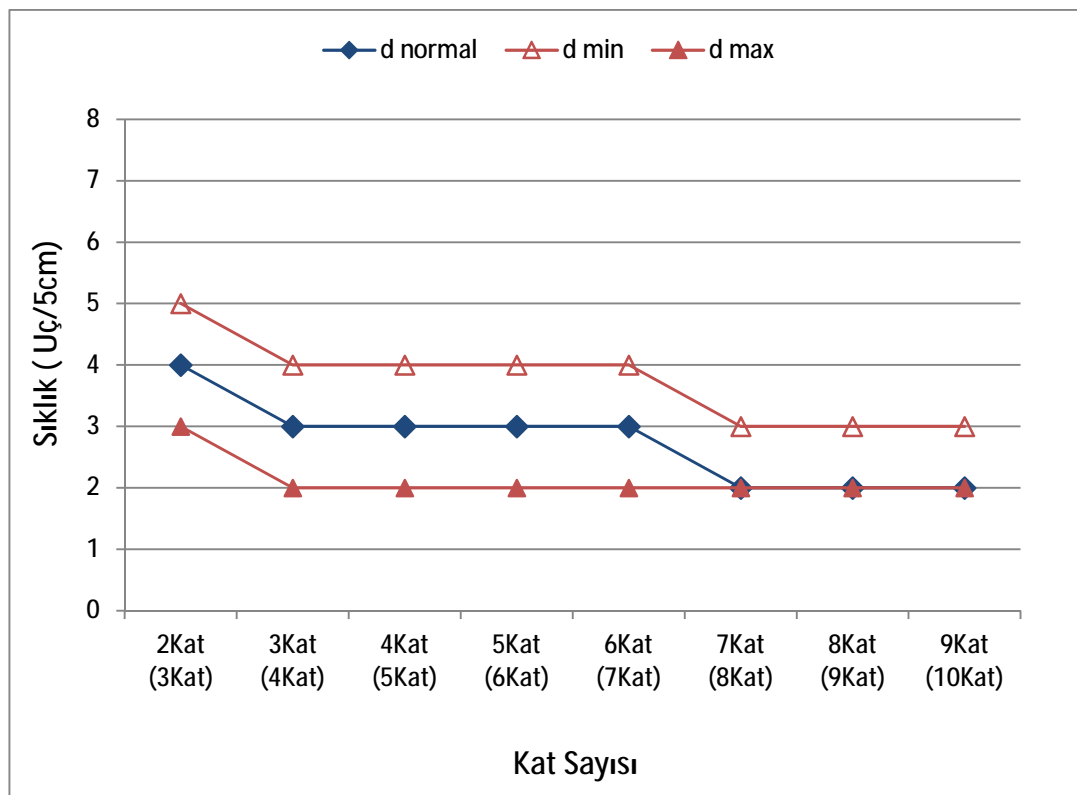
Şekil 4.69. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – adım sayısı grafiği.

4.3.1.2. Sıklık Verilerinin Değerlendirilmesi

4.3.1.2.1. Sıklık – Kat Sayısı

Şekil 4.70'de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç

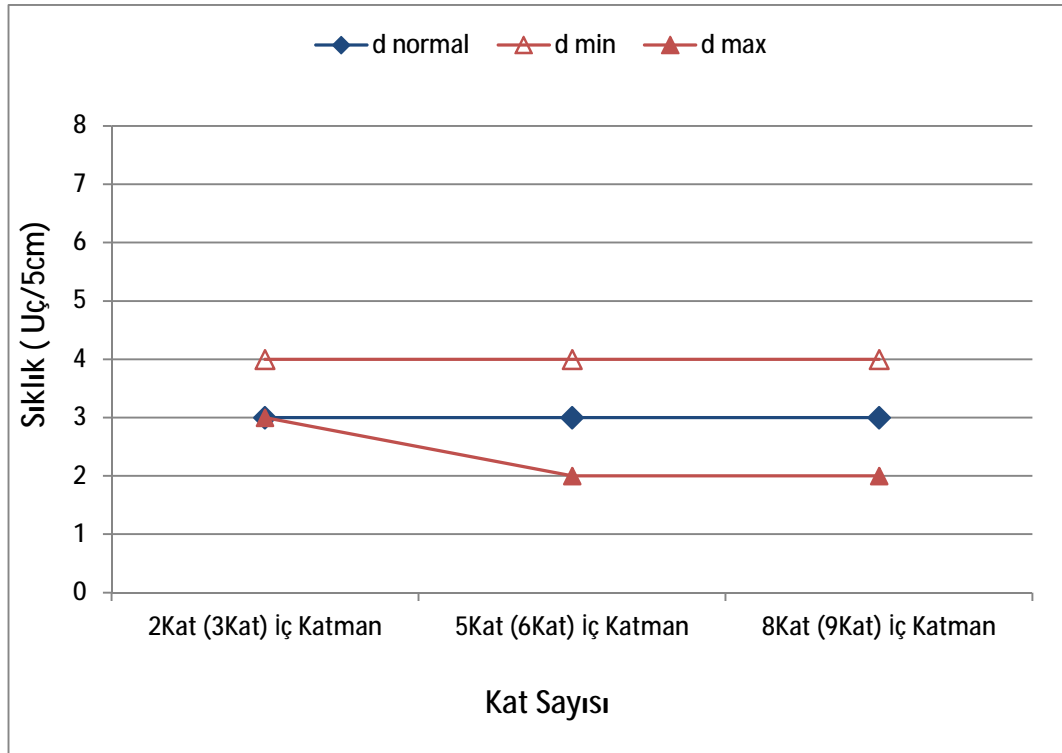
boyutlu (3D) dairesel sa örgülü 1x1 öñşekillerde, kat sayısı arttıkça sıklık değerlerinde azalma olduğu görölmüştür. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel sa örgülü 1x1 öñşekillerde normal koşuldaki sıklık değerlerinin, minimum koşul ile maksimum koşul sıklık değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Minimum koşul sıklık değerleri 3 uç/5cm ile 5 uç/5cm arasında değişirken, maksimum koşul sıklık değerleri 2 uç/5cm ile 3 uç/5cm arasında değişmekte olduğu normal koşul sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.70. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel sa örgülü 1x1 öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.71’de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel sa örgülü 2x1 öñşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel sa örgülü 2x1 öñşekillerde, kat sayısı arttıkça sıklık değerlerinde bir değişim olmadığı görölmüştür. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel sa

örgülü 2x1 önşekillerde normal koşuldaki sıklık değerlerinin, minimum koşul ile maksimum koşul sıklık değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.71. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği.

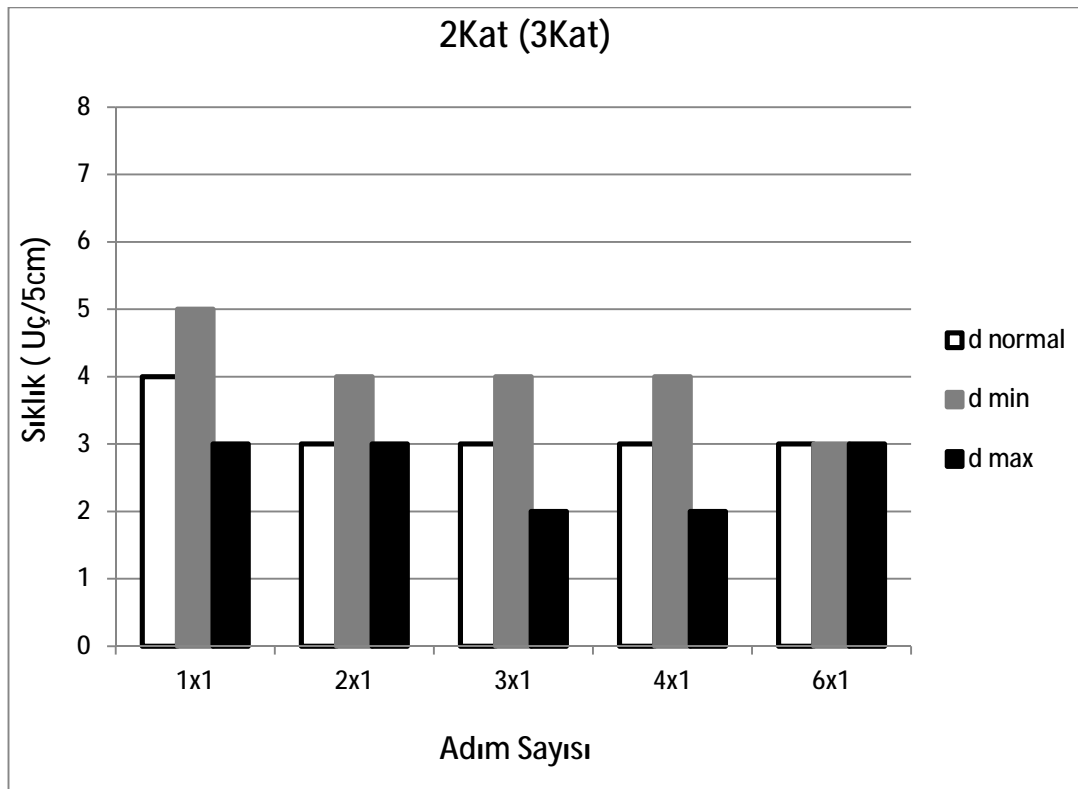
4.3.1.2.2. Sıklık – Adım Sayısı

Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat), 5kat(6kat) ve 8kat(9kat)' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece 2kat(3kat), 5kat(6kat) ve 8kat(9kat)' lı yapılarda sıklık – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.3.1.2.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı

Şekil 4.72'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni

geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde sıklık değerlerinde azalma, adım sayısı 2x1'den 4x1'e ve 6x1'e değiştirildiğinde ise sıklık değerlerinde önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde genellikle, normal koşuldaki sıklık değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul sıklık değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Minimum koşul sıklık değerleri 3 uç/5cm ile 5 uç/5cm arasında değişirken, maksimum koşul sıklık değerleri 2 uç/5cm ile 3 uç/5cm arasında değişmekte olduğu ve normal koşul sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer almaktadır.

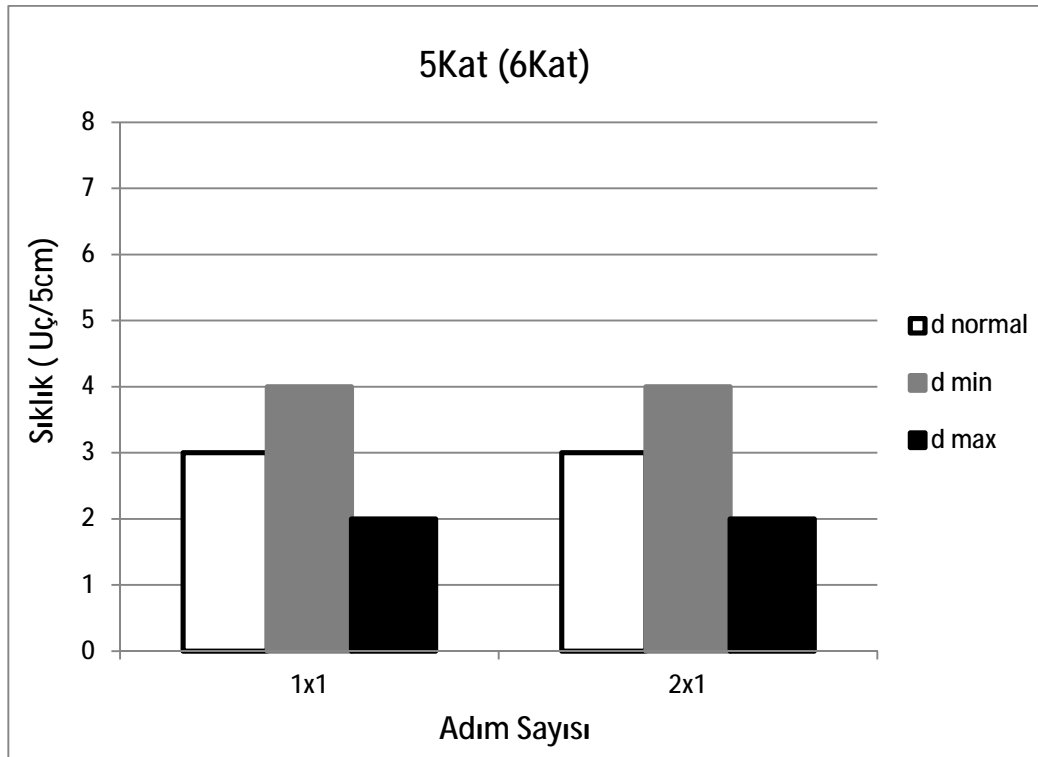


Şekil 4.72. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği.

4.3.1.2.2.2. 5kat (6kat) Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı

Şekil 4.73'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık

değerleri için sıklık – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 2x1'e değiştirildiğinde ise sıklık değerlerinde bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerde, normal koşuldaki sıklık değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul sıklık değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

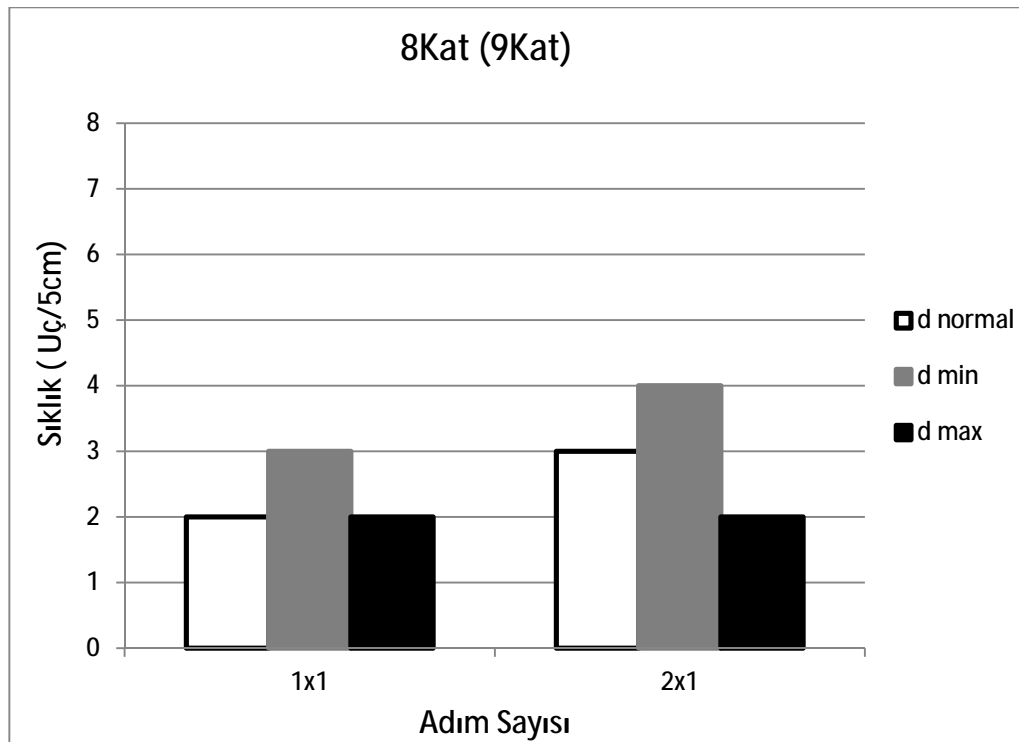


Şekil 4.73. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği.

4.3.1.2.2.3. 8kat (9kat) Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı

Şekil 4.74'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 2x1'e değiştirildiğinde normal koşul ve minimum koşul için sıklık değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Ancak adım sayısı 1x1'den 2x1'e

değiştirildiğinde yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerin maksimum koşul sıklık değerlerinde ise herhangi bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde, normal koşuldaki sıklık değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul sıklık değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Öñşekillerde minimum koşul sıklık değerleri 3 uç/5cm ile 4 uç/5cm arasında değişirken, normal koşul sıklık değerlerinin 2 uç/5cm ile 3 uç/5cm arasında değiştii fakat maksimum koşul sıklık değerlerinde herhangi bir değişim gözlemlenmemiş olup her iki öñşekilde de 2 uç/5cm olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.74. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8kat(9Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – adım sayısı grafiği.

4.3.2. Öñşekillerin Açısal Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi

Tablo 4.15'de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü öñşekillerin normal şart altındaki ölçüm verileri verilmiştir. Tablo 4.16'da ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki açısal ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.15. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında açısal ölçüm verileri.

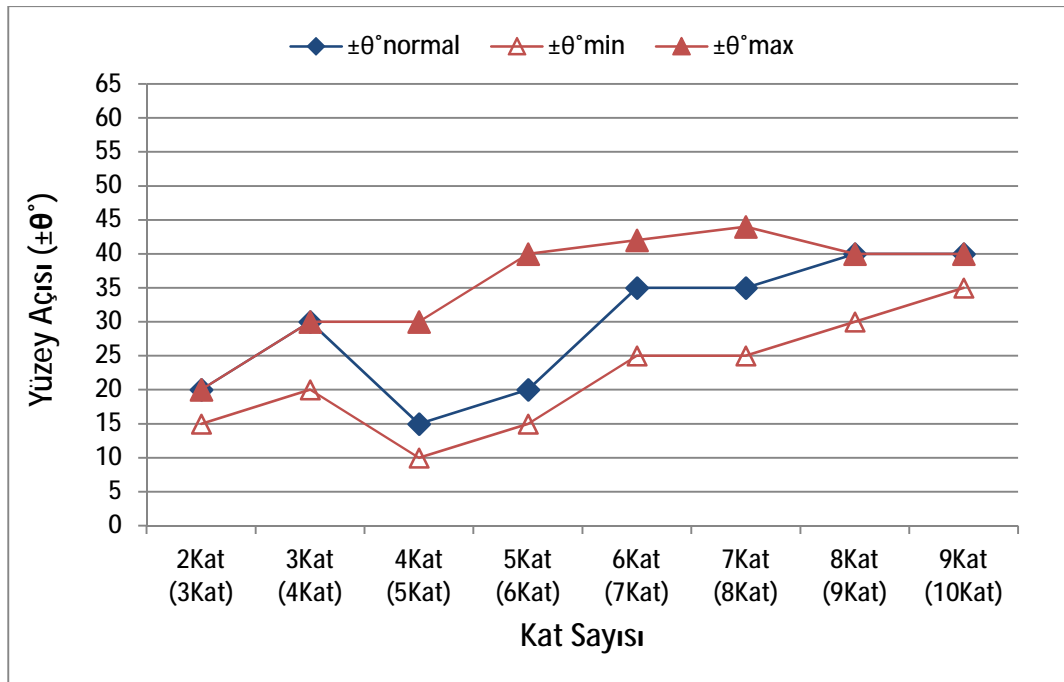
Yapı	Kat Sayısı	İplik		Yüzey Açısı ($\pm\theta^\circ$)	Düzlem Dışı Açısı ($\pm\theta_b^\circ$)	Helis Açısı ($\pm\theta_h^\circ$)
		Çevresel \times Radyal (C \times R)				
<i>1x1</i>	2Kat(3Kat)	4 \times 30		20	20	70
	3Kat(4Kat)	5 \times 30		30	28	60
	4Kat(5Kat)	6 \times 30		15	22	75
	5Kat(6Kat)	7 \times 30		20	18	70
	6Kat(7Kat)	8 \times 30		35	22	55
	7Kat(8Kat)	9 \times 30		35	22	55
	8Kat(9Kat)	10 \times 30		40	24	50
	9Kat(10Kat)	11 \times 30		40	20	50
	<i>2x1</i>	2Kat(3Kat) (Dış Katman)	4 \times 30		5	5
2Kat(3Kat) (İç Katman)		4 \times 30		25	27	65
5Kat(6Kat) (Dış Katman)		7 \times 30		5	7	85
5Kat(6Kat) (İç Katman)		7 \times 30		30	24	60
8Kat(9Kat) (Dış Katman)		10 \times 30		5	8	85
8Kat(9Kat) (İç Katman)		10 \times 30		25	20	65
<i>3x1</i>	2Kat(3Kat)	4 \times 30		20	17	70
<i>4x1</i>	2Kat(3Kat)	4 \times 30		20	12	70
<i>6x1</i>	2Kat(3Kat)	4 \times 30		20	10	70

Tablo 4.16. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında açılma ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik				
			Çevresel × Radyal (C×R)	Yüzey Açısı (±0°)	Düzlem Dışı Açısı (±0 _b °)	Helis Açısı (±0 _h °)	
Minimum	1x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	15	22	75	
		3Kat(4Kat)	5 × 30	20	30	70	
		4Kat(5Kat)	6 × 30	10	30	80	
		5Kat(6Kat)	7 × 30	15	20	75	
		6Kat(7Kat)	8 × 30	25	28	65	
		7Kat(8Kat)	9 × 30	25	22	65	
		8Kat(9Kat)	10 × 30	30	25	60	
		9Kat(10Kat)	11 × 30	35	22	55	
	2x1	2Kat(3Kat) (Dış Katman)	4 × 30	5	5	85	
		2Kat(3Kat) (İç Katman)	4 × 30	10	28	80	
		5Kat(6Kat) (Dış Katman)	7 × 30	5	7	85	
		5Kat(6Kat) (İç Katman)	7 × 30	20	24	70	
		8Kat(9Kat) (Dış Katman)	10 × 30	5	8	85	
		8Kat(9Kat) (İç Katman)	10 × 30	18	20	72	
		3x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	15	28	75
		4x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	16	15	74
	6x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	15	17	75	
	Maksimum	1x1	2Kat(3Kat)	4 × 30	20	13	70
			3Kat(4Kat)	5 × 30	30	15	60
			4Kat(5Kat)	6 × 30	30	20	60
			5Kat(6Kat)	7 × 30	40	17	50
			6Kat(7Kat)	8 × 30	42	17	48
			7Kat(8Kat)	9 × 30	44	18	46
			8Kat(9Kat)	10 × 30	40	17	50
			9Kat(10Kat)	11 × 30	40	17	50
		2x1	2Kat(3Kat) (Dış Katman)	4 × 30	5	5	85
			2Kat(3Kat) (İç Katman)	4 × 30	35	13	55
			5Kat(6Kat) (Dış Katman)	7 × 30	5	7	85
5Kat(6Kat) (İç Katman)			7 × 30	40	14	50	
8Kat(9Kat) (Dış Katman)			10 × 30	5	8	85	
8Kat(9Kat) (İç Katman)			10 × 30	30	16	60	
3x1			2Kat(3Kat)	4 × 30	25	23	65
4x1			2Kat(3Kat)	4 × 30	30	10	60
6x1		2Kat(3Kat)	4 × 30	25	10	65	

4.3.2.1. Açı – Kat Sayısı

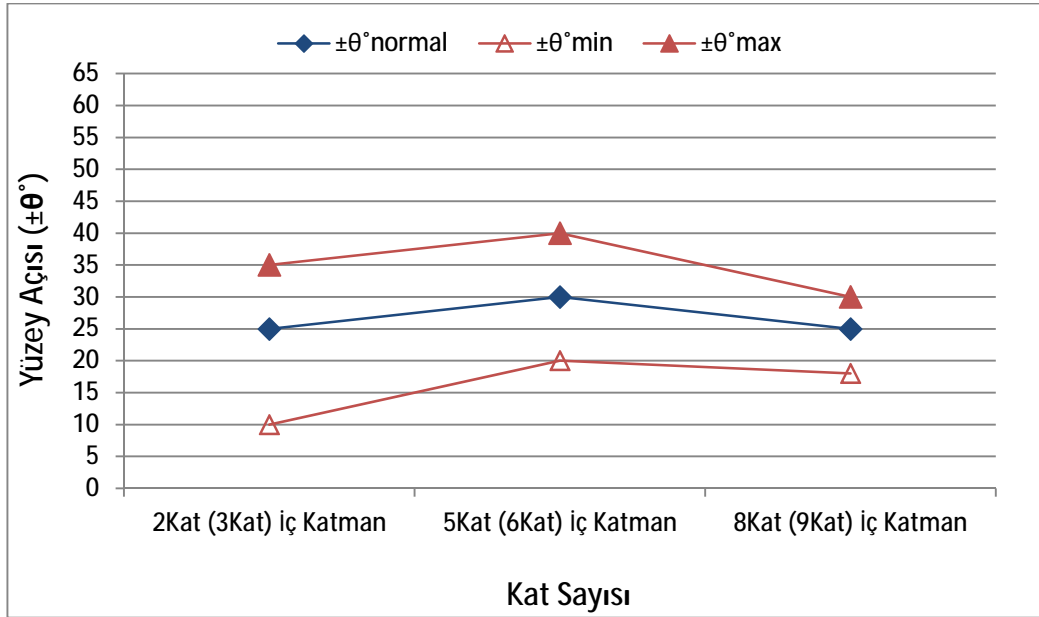
Şekil 4.75’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça normal koşul ve açılma koşullarındaki (minimum-maksimum) yüzey açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak normal koşul yüzey açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.75. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.76’da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça 2Kat(3Kat) önşekilden 8Kat(9Kat) önşekile doğru normal koşul ve açılma

koşullarındaki (minimum-maksimum) değerler göz önüne alındığında yüzey açısı değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Normal koşul yüzey açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

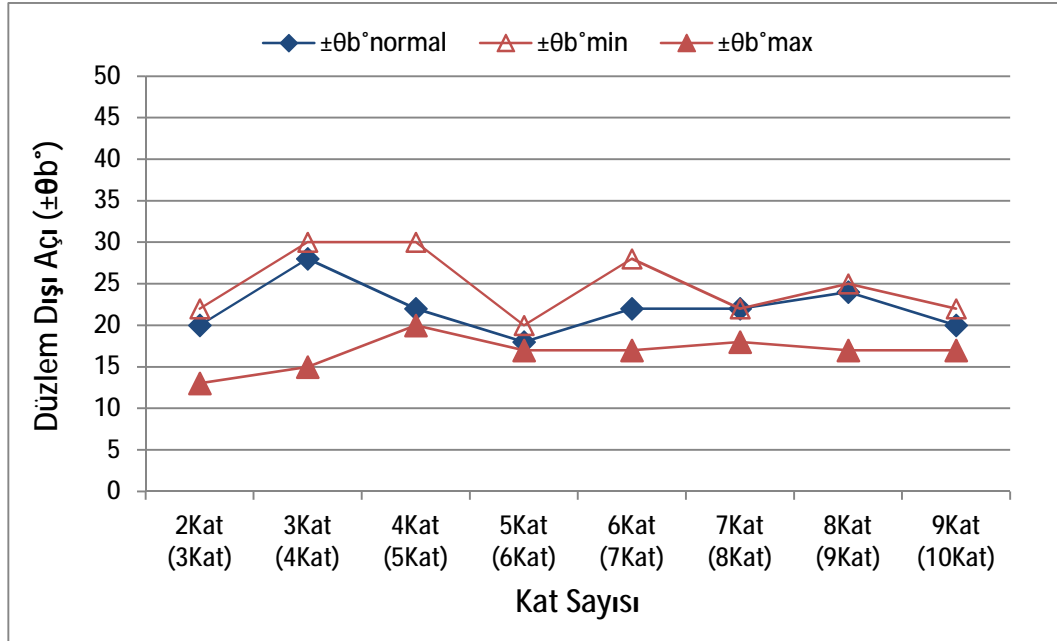


Şekil 4.76. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği.

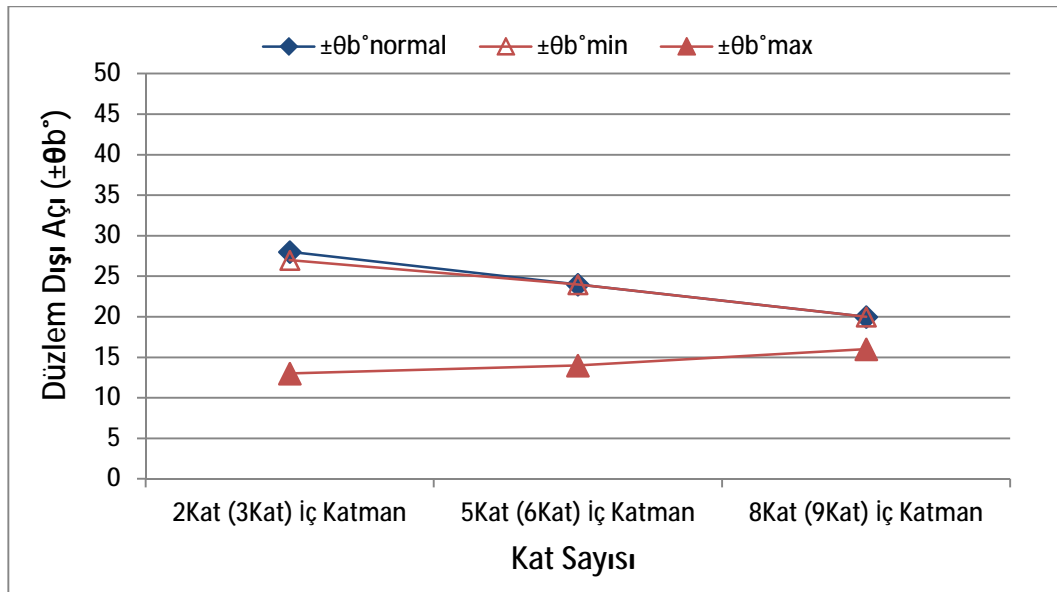
Şekil 4.77’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça normal koşul ve açılma koşullarındaki (minimum-maksimum) saç örgü açısı değerlerinde belirgin bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda normal koşul saç örgü açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) saç örgü açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

Şekil 4.78’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı

arttıkça normal koşul ve minimum koşul saç örgü açısı değerlerinde azalma, maksimum koşul saç örgü açısı değerlerinde ise hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

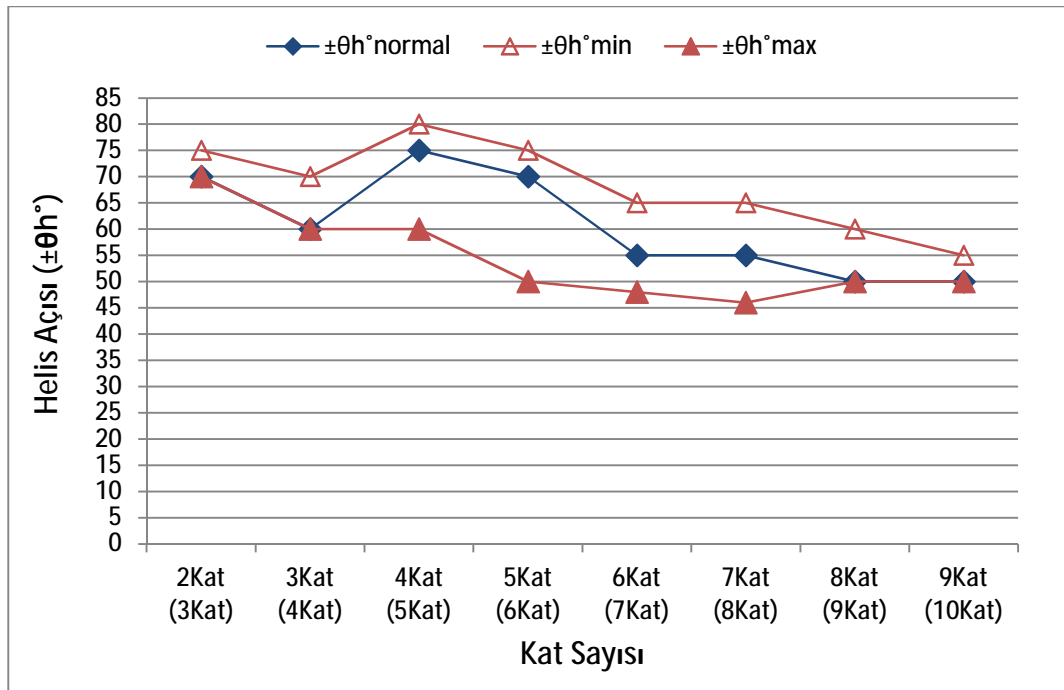


Şekil 4.77. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği.



Şekil 4.78. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği.

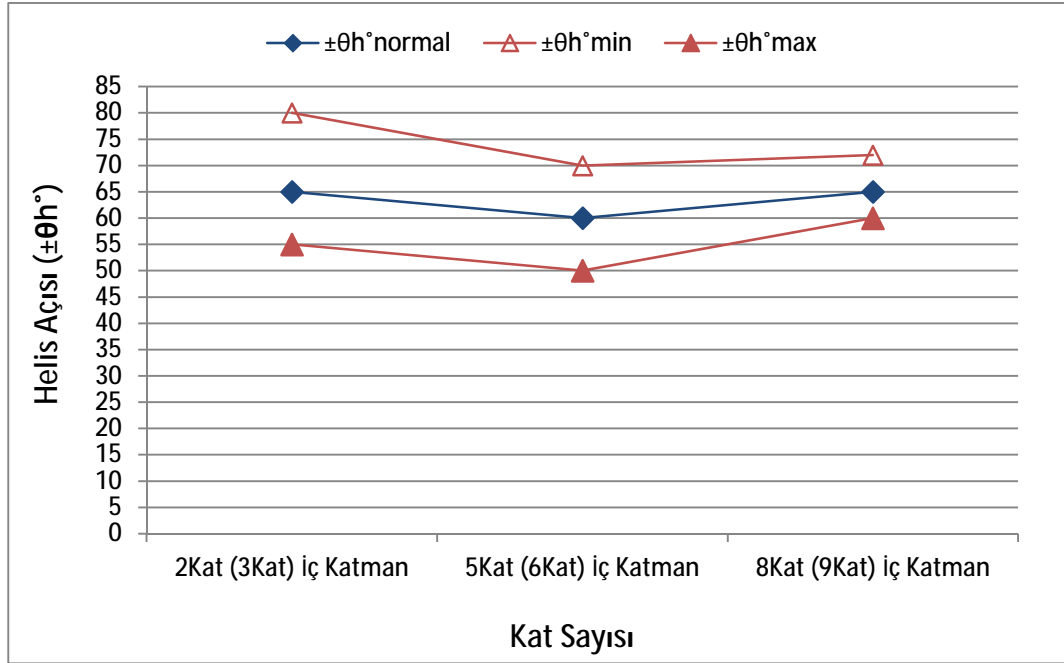
Şekil 4.79'da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça normal koşul ve açılma koşullarındaki (minimum-maksimum) helis açısı değerlerinde belirgin bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak normal koşul helis açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) helis açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.79. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.80'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça normal koşul ve açılma koşullarındaki (minimum-maksimum) helis açısı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Normal koşul helis açısı değerlerinin açılma

koşulları (minimum-maksimum) helis açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.80. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği.

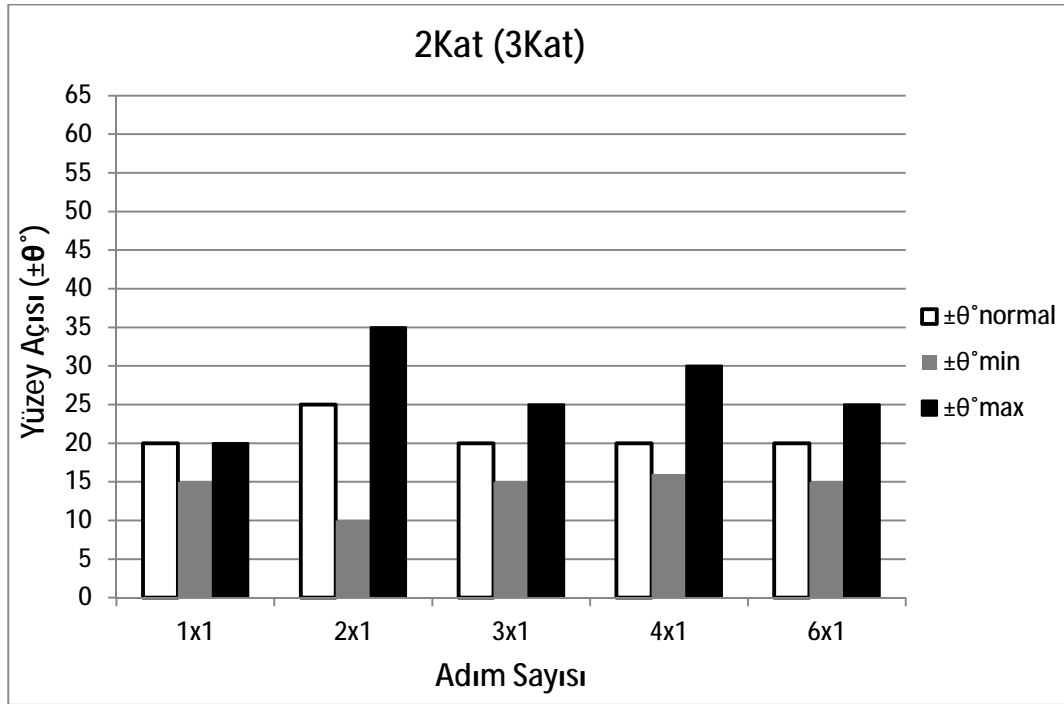
4.3.2.2. Açı – Adım Sayısı

Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat), 5kat(6kat) ve 8kat(9kat)' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece 2kat(3kat), 5kat(6kat) ve 8kat(9kat)' lı yapılarda açı – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.3.2.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Açı– Adım Sayısı

Şekil 4.81'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde belirgin bir değişim

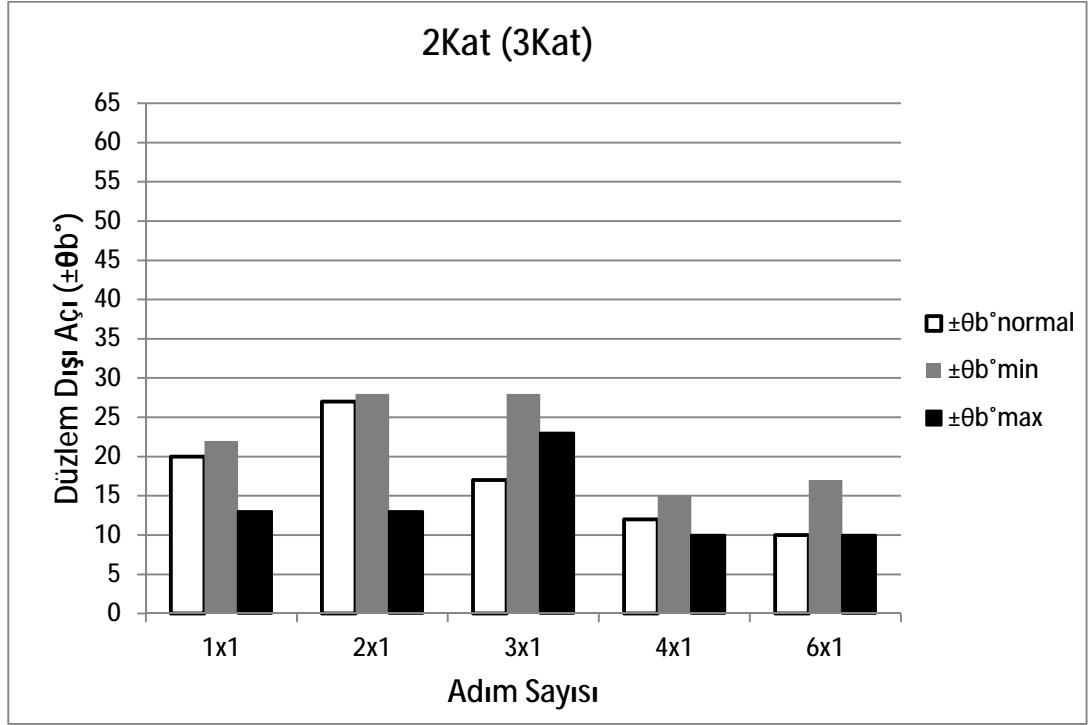
görülmemiştir ancak adım sayısı 2x1'den 4x1'e ve 6x1'e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde belirgin bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde genel olarak, normal koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.81. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı –adım sayısı grafiği.

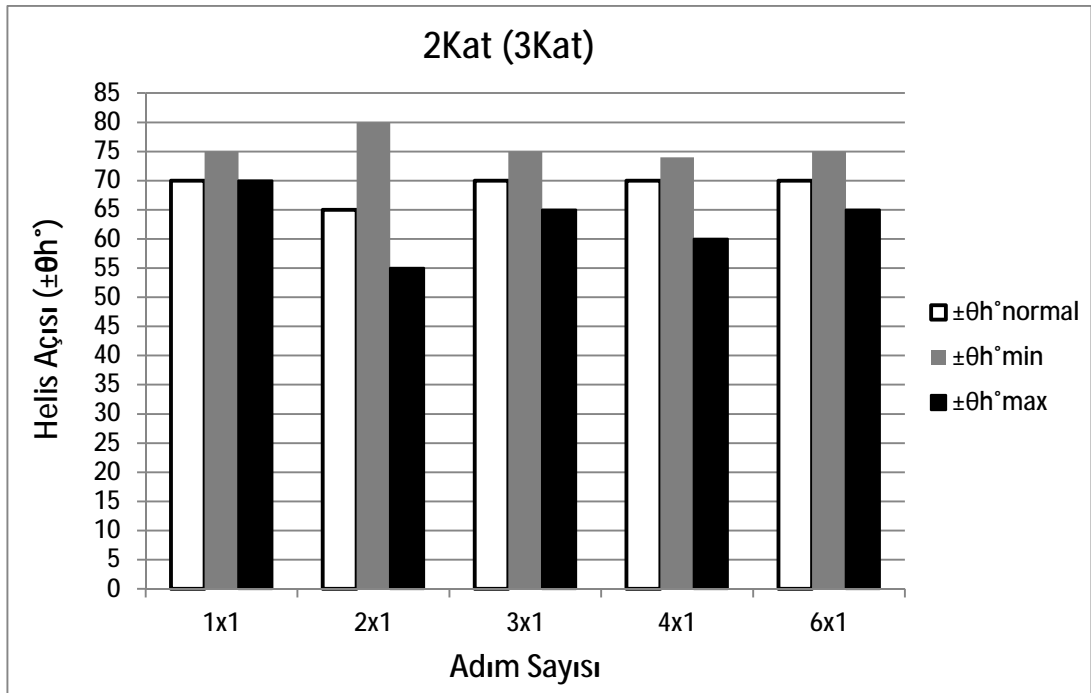
Şekil 4.82'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. . Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde açılma koşulları (minimum-maksimum) altında saç örgü açısı değerlerinde bir miktar artış olmasına rağmen normal koşul saç örgü açısı değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Ancak yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, adım sayısı 2x1'den 4x1'e ve 6x1'e değiştirildiğinde saç örgü açısı değerlerinde belirgin bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü

2Kat(3Kat) öñşekillerde, normal koşuldaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul düzlem dışı açı (saç örgü açısı) değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.82. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgüli 2Kat(3Kat) öñşekillerin normal Şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) –adım sayısı grafiği.

Şekil 4.83'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgüli 2Kat(3Kat) öñşekillerin normal Şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_n^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. . Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgüli 2Kat(3Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde belirgin bir değişim gözlemlenmemiştir aynı Şekilde adım sayısı 2x1'den 4x1'e ve 6x1'e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde belirgin bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgüli 2Kat(3Kat) öñşekillerde, normal koşuldaki helis açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul helis açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



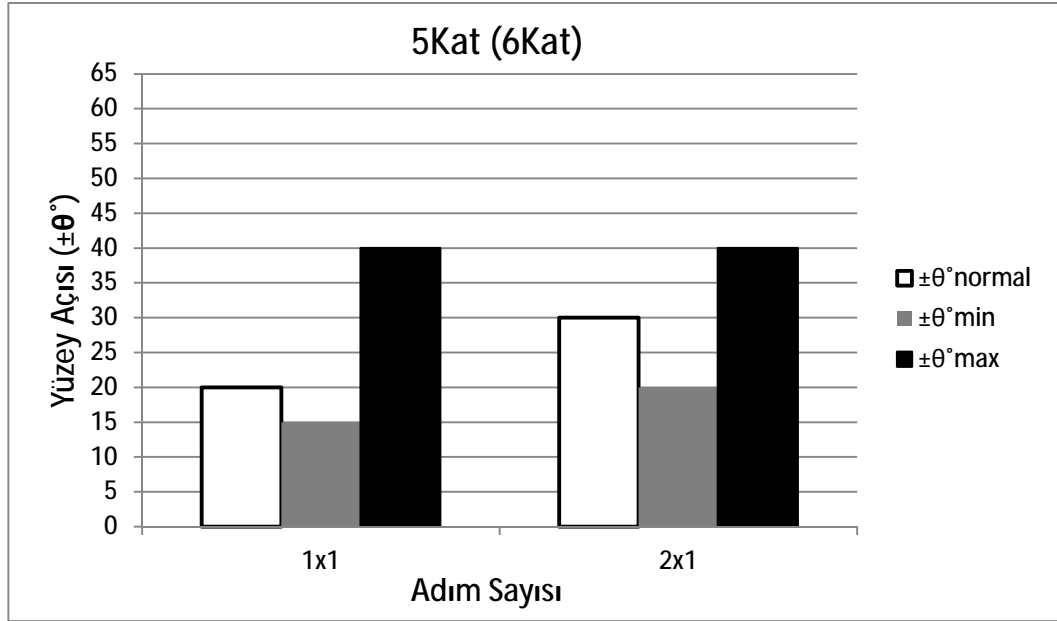
Şekil 4.83. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı –adım sayısı grafiği.

4.3.2.2.2. 5kat (6kat) Öñşekiller İçin Açı– Adım Sayısı

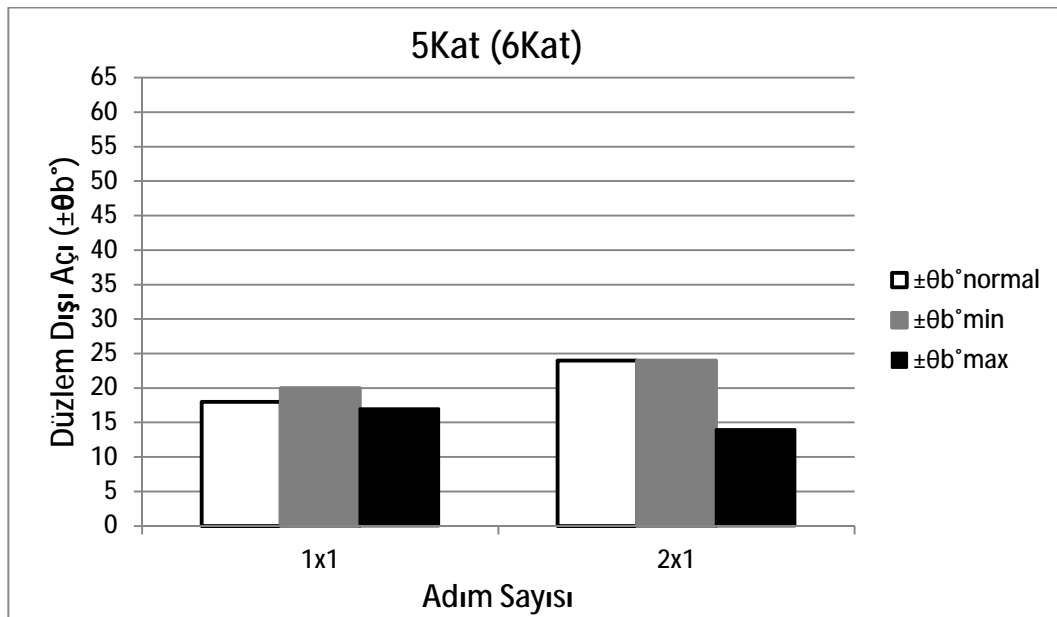
Şekil 4.84’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde hafif bir değişim olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerde, normal koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.

Şekil 4.85’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde normal koşul ve

minimum koşul saç örgü açısı değerlerinde artış olduğu, maksimum koşul saç örgü açısı değerlerinde ise hafif bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir.

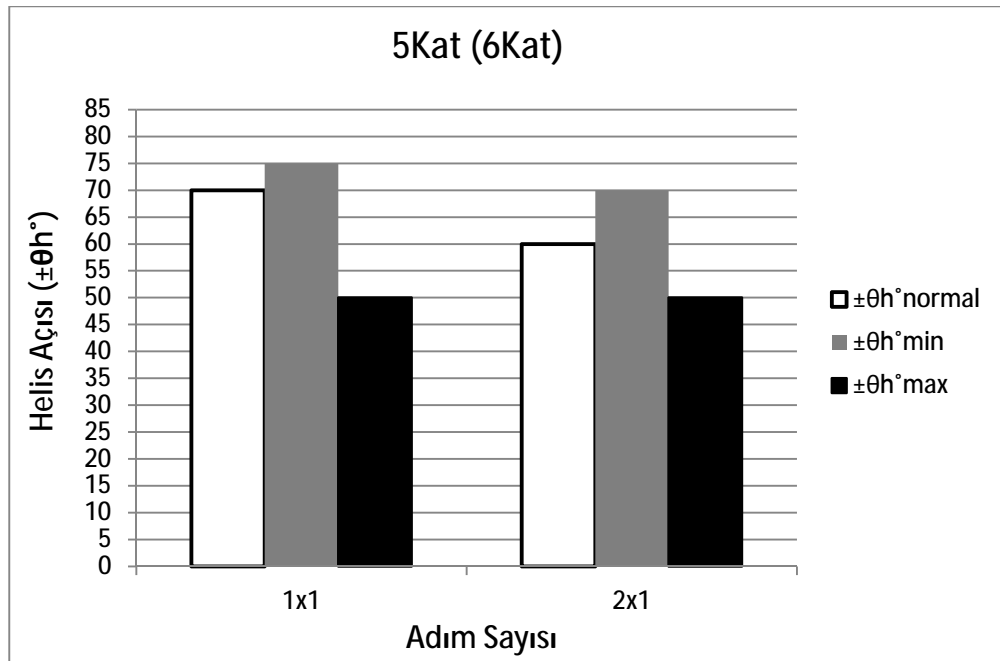


Şekil 4.84. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) örneklerinin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı –adım sayısı grafiği.



Şekil 4.85. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) örneklerinin normal şart ve açılma koşulları altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) –adım sayısı grafiği.

Şekil 4.86’da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_n^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde bariz bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerde, normal koşuldaki helis açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul helis açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.

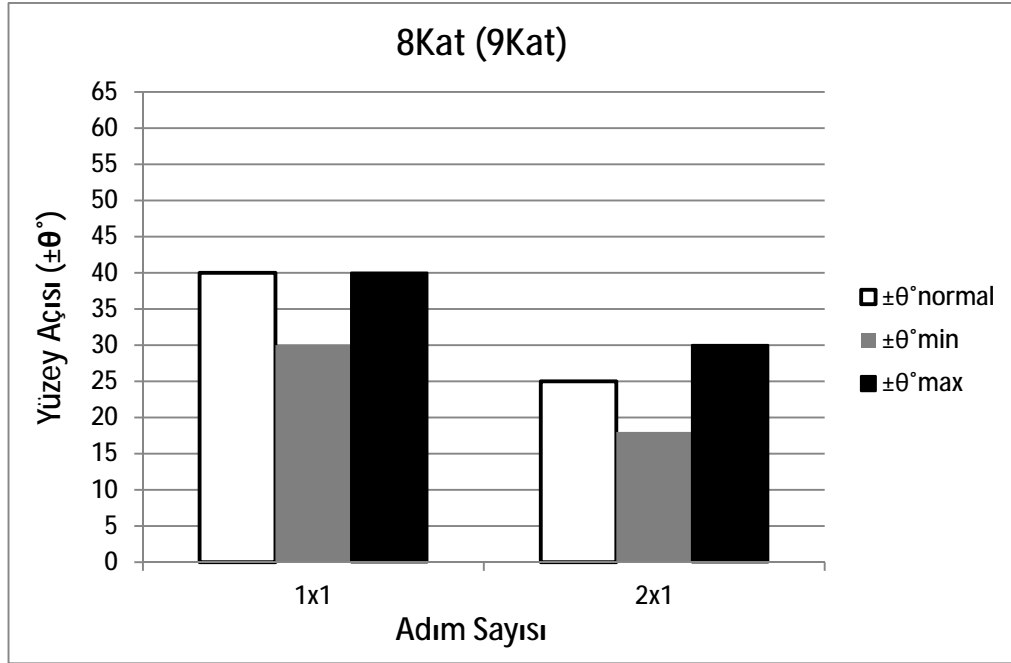


Şekil 4.86. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı –adım sayısı grafiği.

4.3.2.2.3. 8kat (9kat) Önşekiller İçin Açı– Adım Sayısı

Şekil 4.87’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) önşekillerde,

normal koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.

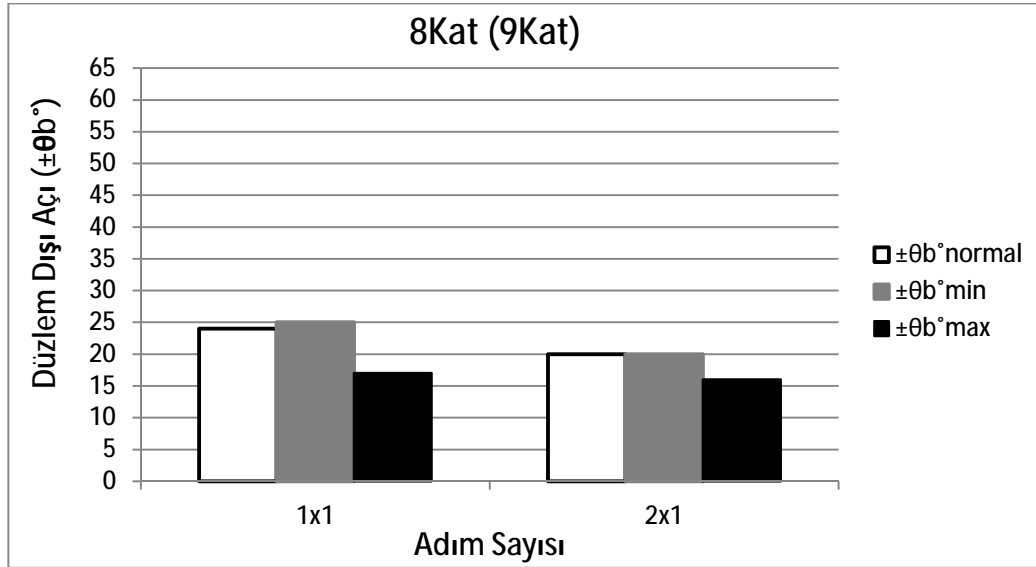


Şekil 4.87. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği.

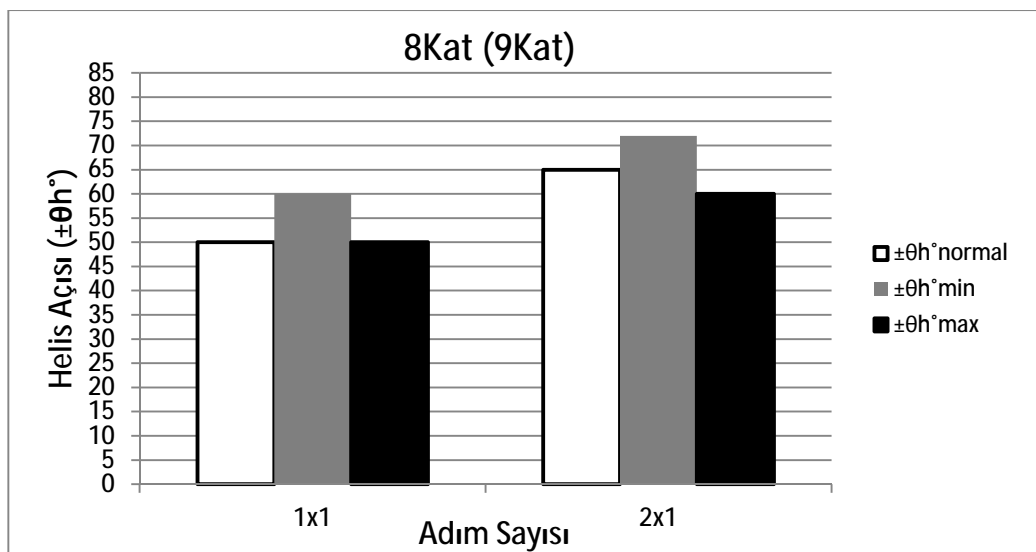
Şekil 4.88’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açısı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde saç örgü açısı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde genel olarak, normal koşuldaki saç örgü açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul saç örgü açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.

Şekil 4.89’da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için açısı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde, adım

sayısı 1x1'den 2x1'e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde bir miktar artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) örneklerde genel olarak, normal koşuldaki helis açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul helis açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.88. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) örneklerinin normal şart ve açılma koşulları altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) –adım sayısı grafiği.



Şekil 4.89. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) örneklerinin normal şart ve açılma koşulları altındaki helis açısı –adım sayısı grafiği.

4.3.3. Önşekillerin Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi

Tablo 4.17'de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altındaki, Tablo 4.18'de ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki temsili iplik uzunluk ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.17. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin normal şart altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

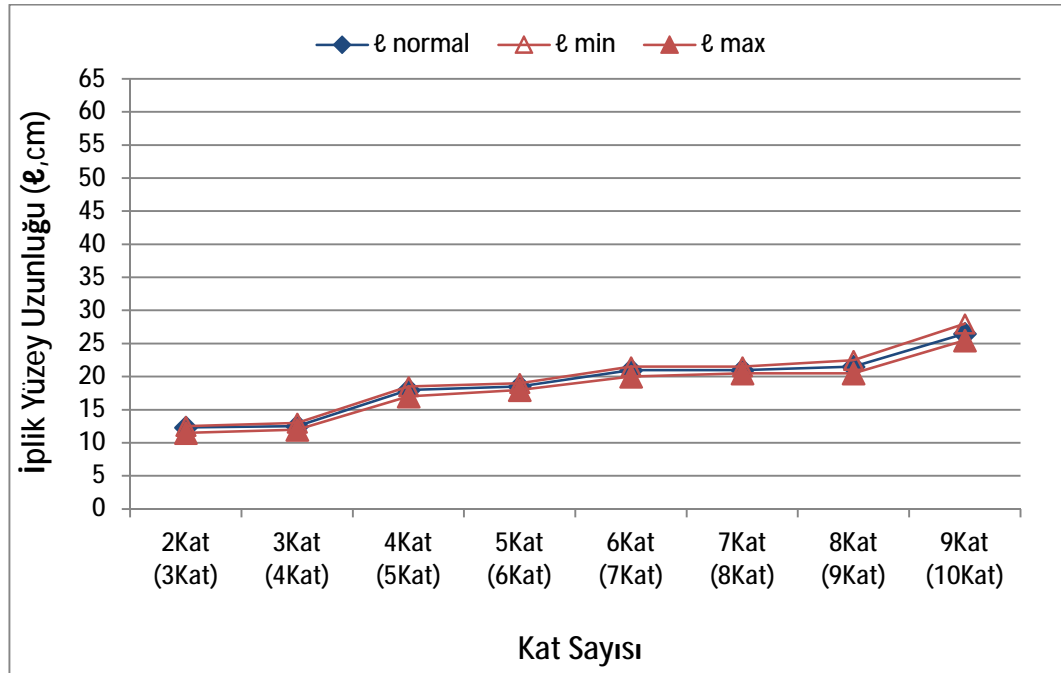
Yapı	Kat Sayısı	İplik		Saç Örgü İplik Uzunluğu (l _b , cm)	Yüzey Ark Uzunluğu (l _a , cm)	Toplam İplik Uzunluğu (l _{ty} , cm)
		Çevresel × Radyal (C×R)	İplik Yüzey Uzunluğu (l, cm)			
<i>1x1</i>	2Kat(3Kat)	4 × 30	12.30	5.50	7.00	12.50
	3Kat(4Kat)	5 × 30	12.50	7.00	6.50	13.50
	4Kat(5Kat)	6 × 30	18.00	9.50	8.00	17.50
	5Kat(6Kat)	7 × 30	18.50	9.50	6.70	16.20
	6Kat(7Kat)	8 × 30	21.00	12.00	8.70	20.70
	7Kat(8Kat)	9 × 30	21.00	12.20	7.50	19.70
	8Kat(9Kat)	10 × 30	21.50	15.70	6.00	21.70
	9Kat(10Kat)	11 × 30	26.50	19.00	8.20	27.20

Tablo 4.18. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik		Saç Örgü İplik Uzunluğu (l _b , cm)	Yüzey Ark Uzunluğu (l _a , cm)	Toplam İplik Uzunluğu (l _{ty} , cm)
			Çevresel × Radyal (C×R)	İplik Yüzey Uzunluğu (l, cm)			
Minimum	<i>1x1</i>	2Kat(3Kat)	4 × 30	12.50	5.40	7.50	12.90
		3Kat(4Kat)	5 × 30	13.00	7.50	6.70	14.20
		4Kat(5Kat)	6 × 30	18.50	9.70	8.00	17.70
		5Kat(6Kat)	7 × 30	19.00	10.50	6.90	17.40
		6Kat(7Kat)	8 × 30	21.50	12.50	8.90	21.40
		7Kat(8Kat)	9 × 30	21.50	12.00	7.80	19.80
		8Kat(9Kat)	10 × 30	22.50	16.00	5.80	21.80
		9Kat(10Kat)	11 × 30	28.00	19.50	8.00	27.50
		Maksimum	<i>1x1</i>	2Kat(3Kat)	4 × 30	11.50	5.50
3Kat(4Kat)	5 × 30			12.00	6.50	7.00	13.50
4Kat(5Kat)	6 × 30			17.00	9.30	7.80	17.10
5Kat(6Kat)	7 × 30			18.00	9.30	6.50	15.80
6Kat(7Kat)	8 × 30			20.00	11.50	8.70	20.20
7Kat(8Kat)	9 × 30			20.50	11.80	7.50	19.30
8Kat(9Kat)	10 × 30			20.50	14.50	6.00	20.50
9Kat(10Kat)	11 × 30			25.50	18.60	7.70	26.30

4.3.3.1. İplik Yüzey Uzunluğu (ℓ) – Kat Sayısı

Şekil 4.90'da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu (ℓ) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça iplik yüzey uzunluğu değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekiller için normal koşul iplik yüzey uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) iplik yüzey uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul iplik yüzey uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

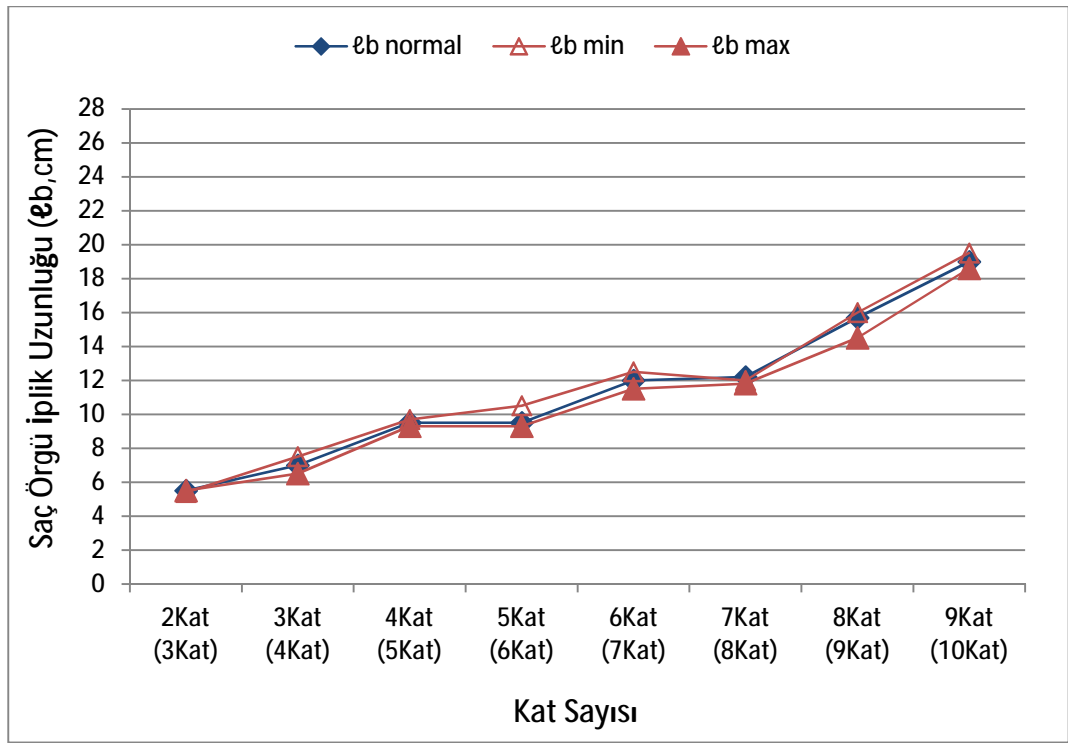


Şekil 4.90. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.3.3.2. Saç Örgü İplik Uzunluğu (ℓ_b) – Kat Sayısı

Şekil 4.91'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu

(l_b) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça saç örgü iplik uzunluğu değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekiller için normal koşul saç örgü iplik uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) saç örgü iplik uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul saç örgü iplik uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

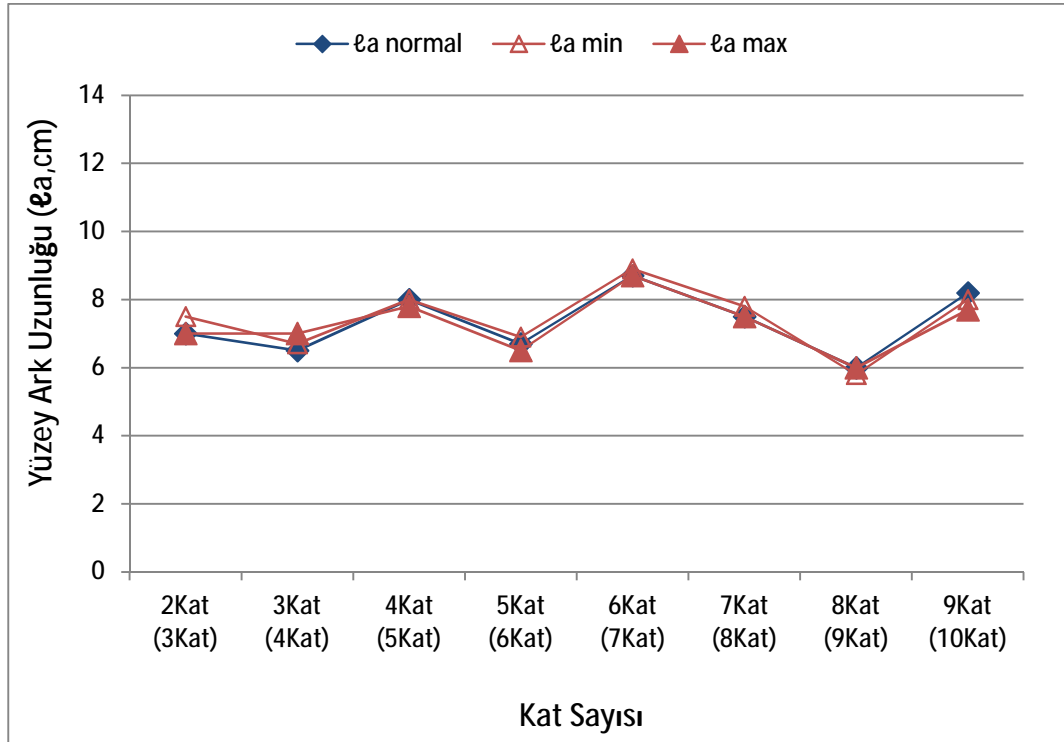


Şekil 4.91. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.3.3.3. Yüzey Ark Uzunluğu (l_a) – Kat Sayısı

Şekil 4.92’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark uzunluğu (l_a) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşul ve

açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça yüzey ark uzunluğu değerlerinde büyük bir değişim gözlemlenmemiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekiller için normal koşul yüzey ark uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) yüzey ark uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul yüzey ark uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

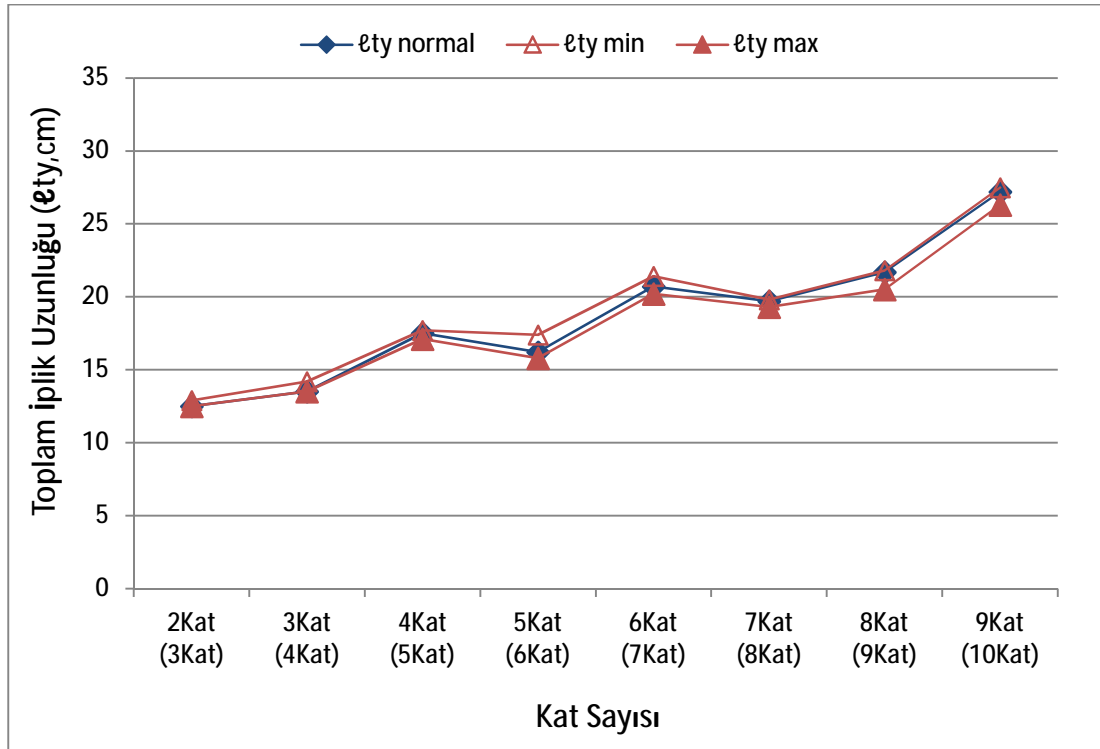


Şekil 4.92. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.3.3.4. Toplam İplik Uzunluğu (l_{ty}) – Kat Sayısı

Şekil 4.93'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu ($l_{ty}=l_a+l_b$) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça toplam iplik uzunluğu değerlerinde doğrusal bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç

boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekiller için normal koşul toplam iplik uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) toplam iplik uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul toplam iplik uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.



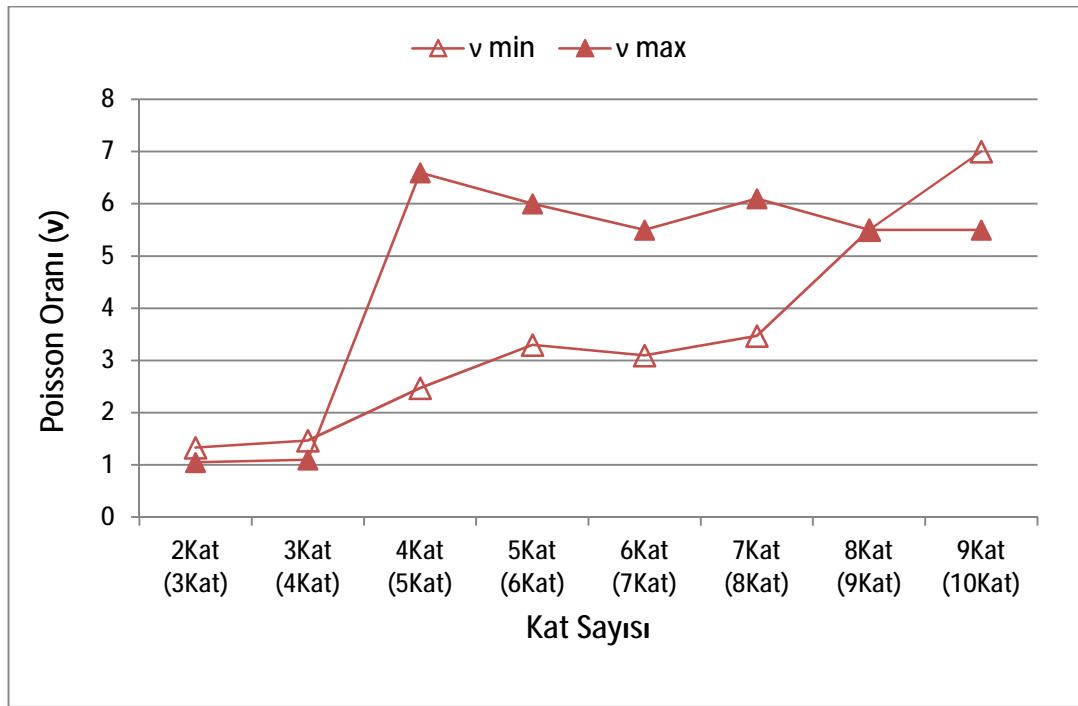
Şekil 4.93. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.3.4. Önşekillerin Poisson Oranı Ölçüm Verileri

4.3.4.1. Poisson Oranı (ν) – Kat Sayısı

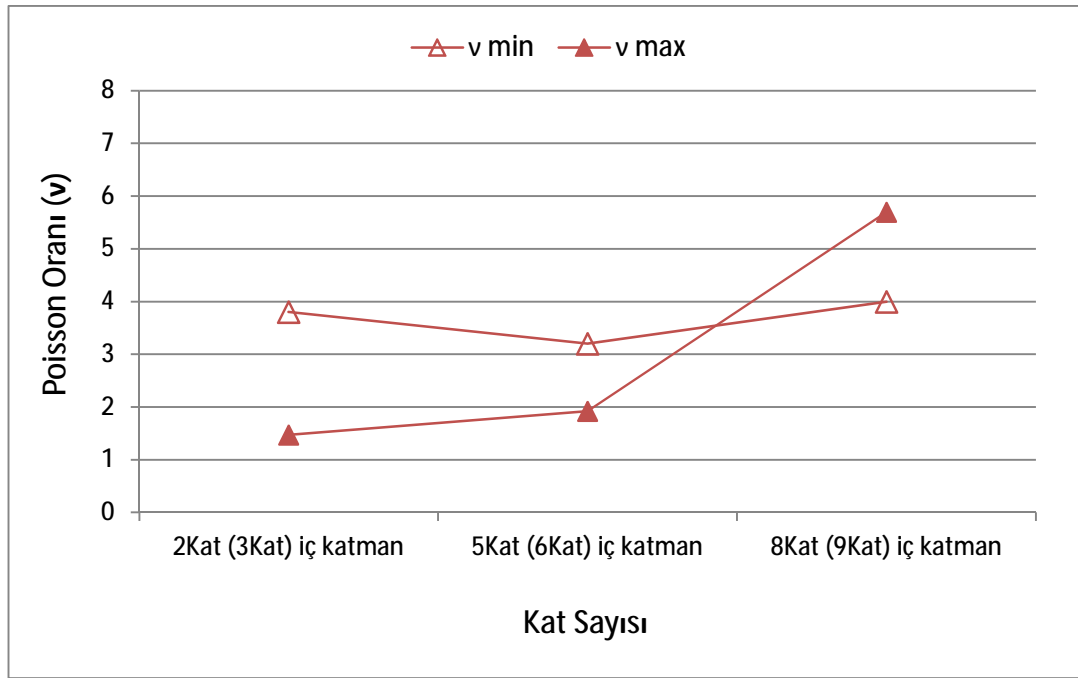
Şekil 4.94’de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerin, Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) ile minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul

Poisson oranı (v_{max}) değerleri, 2kat(3kat), 3kat(4kat) ve 9kat(10kat) yapılarda minimum koşul Poisson oranı (v_{min}) değerlerinden düşük çıkmasına karşın diğer yapılarda daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Minimum koşul Poisson oranı (v_{min}) değerleri yaklaşık olarak 1.3 ile 7 arasında değişirken, maksimum koşul Poisson oranı (v_{max}) değerleri yaklaşık olarak 1 ile 6.6 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.94. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 1x1 öşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.95’de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 öşekillerin, Poisson oranı (v) değerleri için Poisson oranı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 öşekillerde, kat sayısı arttıkça maksimum koşul Poisson oranı (v_{max}) ile minimum koşul Poisson oranı (v_{min}) değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul Poisson oranı (v_{max}) değerlerinde artış gözlemlenirken, minimum koşul Poisson oranı (v_{min}) değerlerinde büyük bir değişim gözlenmemiştir. Minimum koşul Poisson oranı (v_{min}) değerleri yaklaşık olarak 3.2 ile 4 arasında değişirken, maksimum koşul Poisson oranı (v_{max}) değerleri yaklaşık olarak 1.4 ile 5.7 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



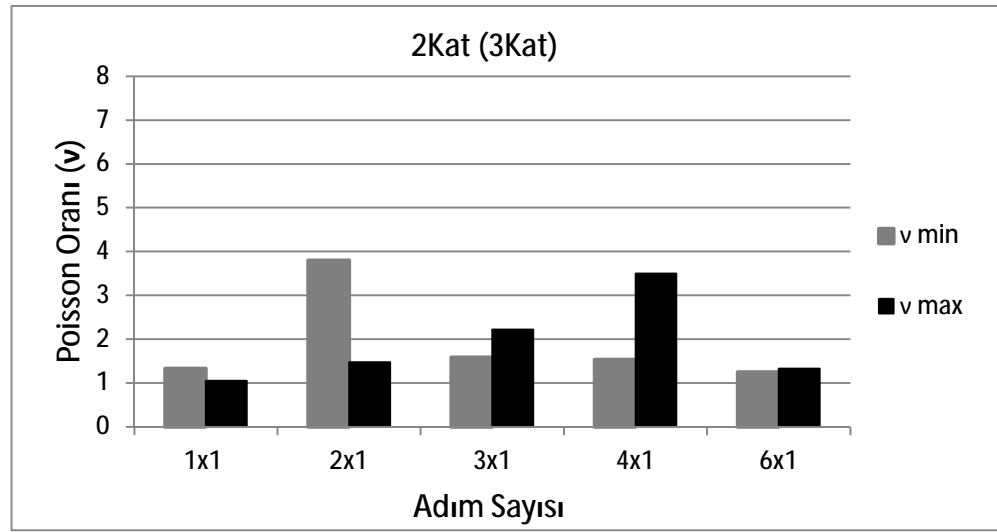
Şekil 4.95. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.3.4.2. Poisson Oranı (ν) – Adım Sayısı

Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat), 5kat(6kat) ve 8kat(9kat)' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece 2kat(3kat), 5kat(6kat) ve 8kat(9kat)' lı yapılarda Poisson oranı – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.3.4.2.1. 2kat (3kat) Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı

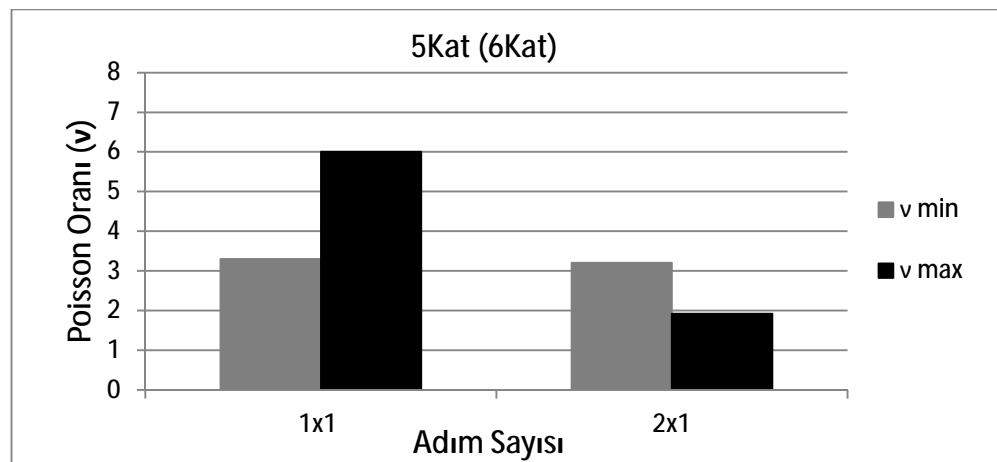
Şekil 4.96'da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) ve minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Adım sayısı 6x1 olan önşekiller göz önüne alınmaz ise, adım sayısı 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinde azalma, maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.96. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) öñşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.3.4.2.2. 5kat (6kat) Öñşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı

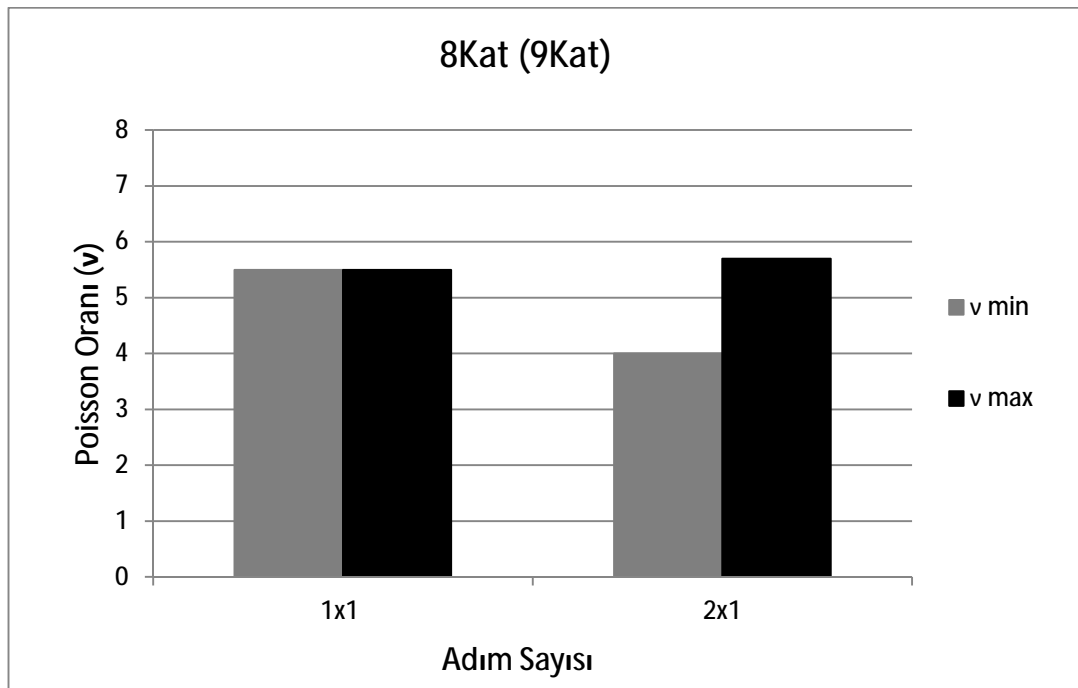
Şekil 4.97’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekillerin Poisson oranı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere 5Kat(6Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1 olan öñşekillerin maksimum koşul Poisson oranı (v_{max}) ve minimum koşul Poisson oranı (v_{min}) değerleri, adım sayısı 2x1 olan öñşekillerin maksimum koşul Poisson oranı (v_{max}) ve minimum koşul Poisson oranı (v_{min}) değerlerine göre kıyaslandığında bariz olarak artış olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.97. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 5Kat(6Kat) öñşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.3.4.2.3. 8kat (9kat) Öñşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı

Şekil 4.98’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerin Poisson oranı (ν) değeri için Poisson oranı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekillerde, adım sayısı 1x1’den 2x1’e değiştirildiğinde maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değeri hafif bir artış, minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değeri ise azalma olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.98. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 8Kat(9Kat) öñşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözgü Uzantılı Saç Örgülü Öñşekiller (Çözgü Uzantılı Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Veriler

Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü öñşekiller (çözgü uzantılı Bilişik Yöntemi) 1x1, 2x1, 3x1, 4x1 ve 6x1 gibi farklı adım sayıları kullanılarak üretilmiştir. Çözgü uzantılı Bilişik yöntemi ile üretilen 1x1 ve 3x1 gibi tek adım sayılı öñşekillerde, katlarıyla tamamı ile kesişmeli entegre olmuş bir yapı elde edilmiştir. Çözgü uzantı tüpleri de kesişmeli katlar arasından geçmiştir. Ancak 2x1, 4x1 ve 6x1

gibi çift adım sayılı önşekillerde ise katlar arası bağlantılı bir yapı elde edilmemiştir, çözümlü uzantı tüpleri de bu katlar arasından geçmiştir ve bu çift adımlı yapılar, çok katmanlı iç içe geçmiş silindirik yapı formunda kendini göstermiştir.

4.4.1. Önşekillerin Yapı ve Birim Hücredeki Boyutsal Ölçüm Verileri

Tablo 4.19'da yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altındaki, Tablo 4.20'de ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yapı ve birim hücrenin boyutsal ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.19. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.

Yapı	Kat Sayısı	İplik	Yapı	Birim Hücre	Sıklık		
		Çevresel × Radyal (C×R)	Uzunluk × Çap × Duvar Kalınlığı (cm)	Uzunluk × Dış Çap Genişliği × Duvar Kalınlığı (cm)	Saç Örgü Sıklığı	Aksiyal Sıklığı	Toplam Sıklık
							(Uç/5cm)
1x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 × 30	26.00 × 21.20 × 1.251	13.00 × 6.00 × 1.251	4	3	7
	3Kat(4Kat)B +2Kat A	7 × 30	26.00 × 21.80 × 2.628	21.00 × 3.00 × 2.628	3	2	5
	4Kat(5Kat)B +3Kat A	9 × 30	26.00 × 23.00 × 2.933	18.50 × 4.00 × 2.933	3	2	5
	5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 × 30	26.00 × 24.40 × 3.853	22.50 × 10.00 × 3.853	2	2	4
2x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A (Dış Katman)	5 × 30	26.00 × 12.60 × 1.986	9.00 × 0.60 × 1.986	2	–	2
	2Kat(3Kat)B +1Kat A (İç Katman)	5 × 30	26.00 × 11.60 × 1.740	10.50 × 3.00 × 1.740	3	4	7
	5Kat(6Kat)B +4Kat A (Dış Katman)	11 × 30	26.00 × 15.70 × 4.186	10.00 × 0.60 × 4.186	2	–	2
	5Kat(6Kat)B +4Kat A (İç Katman)	11 × 30	26.00 × 14.70 × 4.076	14.80 × 5.00 × 4.076	2	3	5
3x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 × 30	26.00 × 11.20 × 2.490	23.00 × 5.00 × 2.490	3	6	9
	5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 × 30	26.00 × 16.00 × 3.676	25.00 × 8.00 × 3.676	2	5	7
4x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 × 30	26.00 × 11.60 × 2.786	12.50 × 7.50 × 2.786	2	5	7

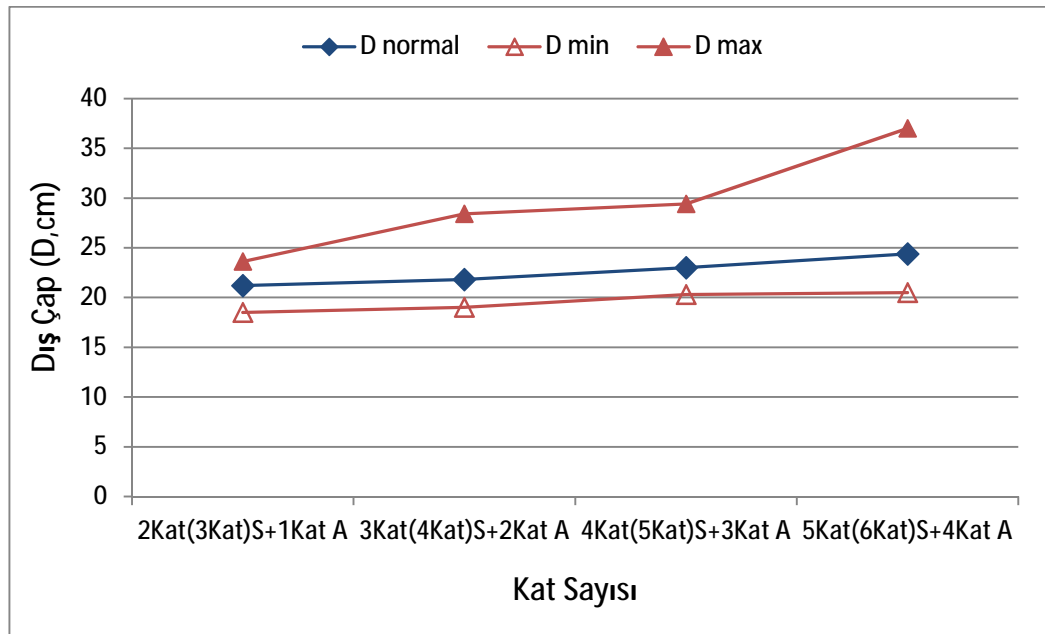
Tablo 4.20. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında yapı ve birim hücredeki boyutsal ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik	Yapı	Birim Hücre	Sıklık			
			Çevresel × Radyal	Uzunluk × Çap × Duvar Kalınlığı	Uzunluk × Dış Çap Genişliği × Duvar Kalınlığı	Saç Örgü Sıklığı	Aksiyal Sıklığı	Toplam Sıklık	
			(C×R)	(cm)	(cm)	(Uç/5cm)			
Minimum	1x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 × 30	27.50 × 18.50 × 1.957	13.50 × 5.50 × 1.957	4	3	7	
		3Kat(4Kat)B +2Kat A	7 × 30	27.00 × 19.00 × 2.950	21.50 × 2.00 × 2.950	3	3	6	
		4Kat(5Kat)B +3Kat A	9 × 30	26.50 × 20.30 × 3.346	19.00 × 3.50 × 3.346	3	2	5	
		5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 × 30	26.50 × 20.50 × 4.489	23.50 × 7.00 × 4.489	2	2	4	
	2x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A (Dış Katman)	5 × 30	26.00 × 9.30 × 3.450	9.00 × 0.60 × 3.450	2	–	2	
		2Kat(3Kat)B +1Kat A (İç Katman)	5 × 30	27.00 × 8.30 × 3.161	11.00 × 2.50 × 3.161	3	5	8	
		5Kat(6Kat)B +4Kat A (Dış Katman)	11 × 30	26.00 × 11.00 × 4.854	10.00 × 0.60 × 4.854	2	–	2	
		5Kat(6Kat)B +4Kat A (İç Katman)	11 × 30	27.20 × 10.00 × 4.629	15.50 × 3.50 × 4.629	2	4	6	
	3x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 × 30	27.00 × 9.50 × 2.667	23.50 × 4.30 × 2.667	3	6	9	
		5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 × 30	28.00 × 13.80 × 3.953	25.70 × 6.50 × 3.953	2	5	7	
	4x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 × 30	27.70 × 8.70 × 3.225	13.70 × 5.30 × 3.225	3	7	10	
	Maksimum	1x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 × 30	24.50 × 23.60 × 1.807	12.00 × 7.50 × 1.807	3	2	5
			3Kat(4Kat)B +2Kat A	7 × 30	25.00 × 28.40 × 2.315	20.50 × 4.50 × 2.315	2	2	4
			4Kat(5Kat)B +3Kat A	9 × 30	25.20 × 29.40 × 2.693	17.50 × 5.00 × 2.693	2	2	4
			5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 × 30	25.50 × 37.00 × 3.691	20.70 × 13.00 × 3.691	2	1	3
		2x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A (Dış Katman)	5 × 30	26.00 × 17.00 × 1.808	9.00 × 0.60 × 1.808	2	–	2
2Kat(3Kat)B +1Kat A (İç Katman)			5 × 30	25.50 × 16.00 × 1.591	10.00 × 3.50 × 1.591	2	4	6	
5Kat(6Kat)B +4Kat A (Dış Katman)			11 × 30	26.00 × 23.30 × 3.793	10.00 × 0.60 × 3.793	1	–	1	
5Kat(6Kat)B +4Kat A (İç Katman)			11 × 30	25.00 × 22.30 × 3.691	14.00 × 6.50 × 3.691	2	2	4	
3x1		2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 × 30	25.00 × 15.20 × 2.215	22.30 × 7.00 × 2.215	2	4	6	
		5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 × 30	25.00 × 19.30 × 3.526	24.00 × 9.20 × 3.526	2	3	5	
4x1		2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 × 30	25.00 × 15.00 × 2.342	11.00 × 8.30 × 2.342	2	5	7	

4.4.1.1. Dış Çap Ve Uzunluk Verilerinin Değerlendirilmesi

4.4.1.1.1. Dış Çap – Kat Sayısı

Şekil 4.99’da yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki dış çap değerleri için dış çap – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça dış çap değerlerinde hafif bir artış olduğu tespit edilmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, normal koşuldaki dış çap değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) dış çap değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca maksimum koşuldaki dış çap değerlerinde normal koşul dış çap değerlerine göre büyük bir artış olduğu, aynı şekilde minimum koşuldaki dış çap değerlerinde ise hafif bir artış olduğu tespit edilmiştir.

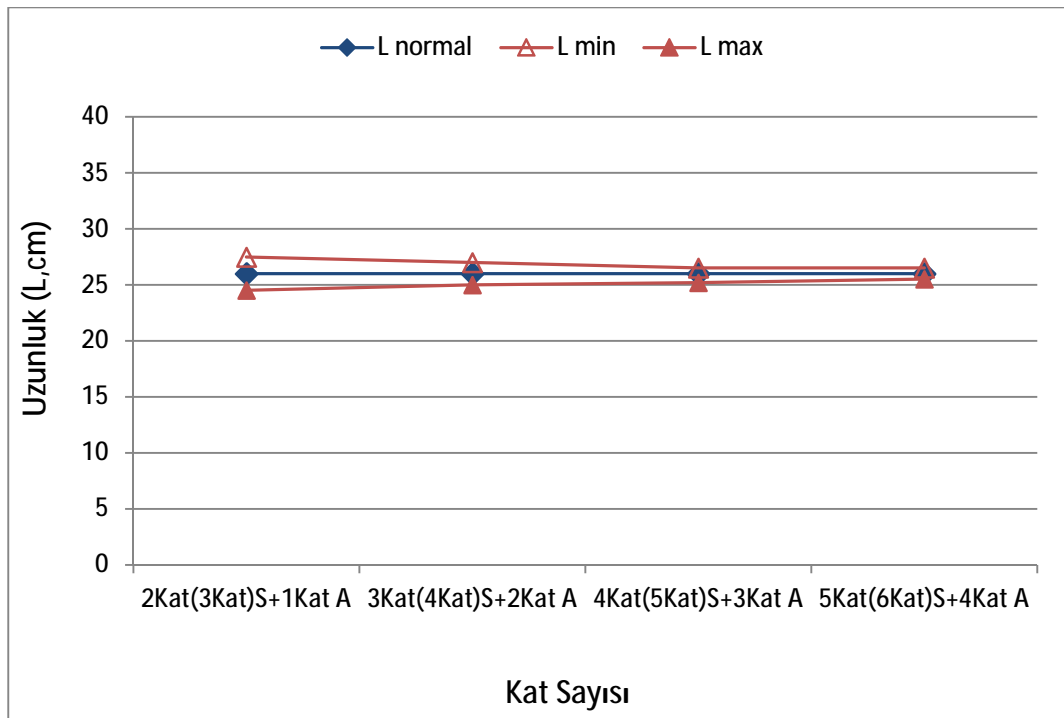


Şekil 4.99. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum - maksimum) altındaki dış çap – kat sayısı grafiği.

4.4.1.1.2. Uzunluk – Kat Sayısı

Şekil 4.100’de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk

değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı artmasının nerede ise yapıların uzunluk değerlerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, normal koşuldaki uzunluk değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) uzunluk değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca minimum koşuldaki uzunluk değerlerinin, maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinden daha büyük olduğu ve minimum - maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinin dar bir aralıkta yer aldığı tespit edilmiştir.



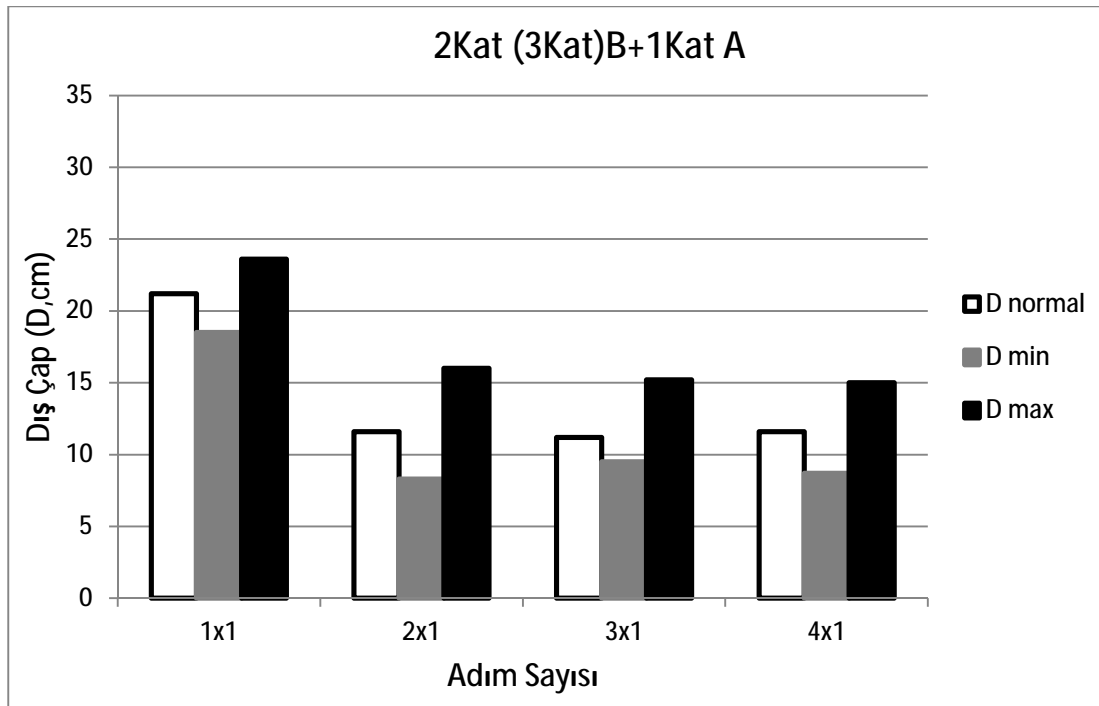
Şekil 4.100. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk – kat sayısı grafiği.

4.4.1.1.3. Dış Çap – Adım Sayısı

4.4.1.1.3.1. 2kat (3kat)B + 1Kat A Önşekiller İçin Dış Çap – Adım Sayısı

Şekil 4.101’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-

maksimum) altındaki dış çap değerleri için dış çap – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneklemlerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde dış çap değerlerinde azalma, adım sayısı 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde ise dış çap değerlerinde önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneklemlerde, normal koşullardaki dış çap değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul dış çap değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



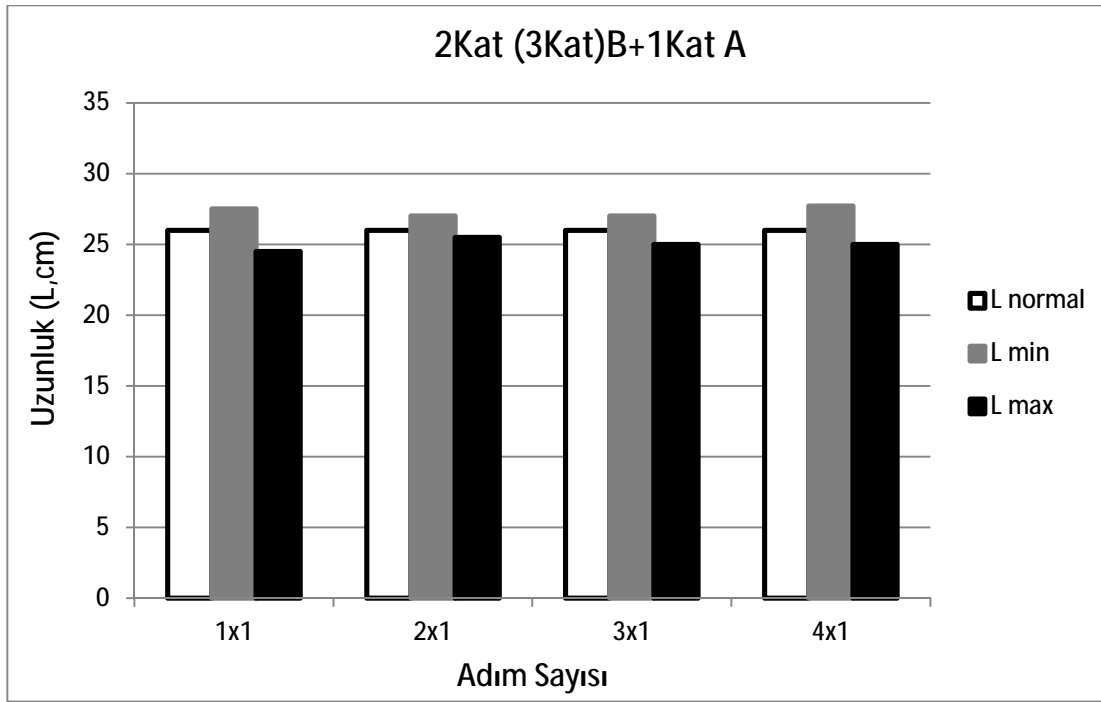
Şekil 4.101. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneklemlerin normal şart ve açılma koşulları altındaki dış çap – adım sayısı grafiği.

4.4.1.1.4. Uzunluk – Adım Sayısı

4.4.1.1.4.1. 2kat (3kat)B + 1Kat A Örneklemler İçin Uzunluk – Adım Sayısı

Şekil 4.102'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneklemlerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki uzunluk değerleri için uzunluk – adım sayısı grafiği verilmiştir.

Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A öñşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde normal koşul altındaki uzunluk değerlerinde bir farklılık gözlemlenmemiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A öñşekillerde, normal koşuldaki uzunluk değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul uzunluk değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca minimum koşuldaki uzunluk değerlerinin, maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinden daha büyük olduğu ve minimum - maksimum koşuldaki uzunluk değerlerinin dar bir aralıkta yer aldığı tespit edilmiştir.



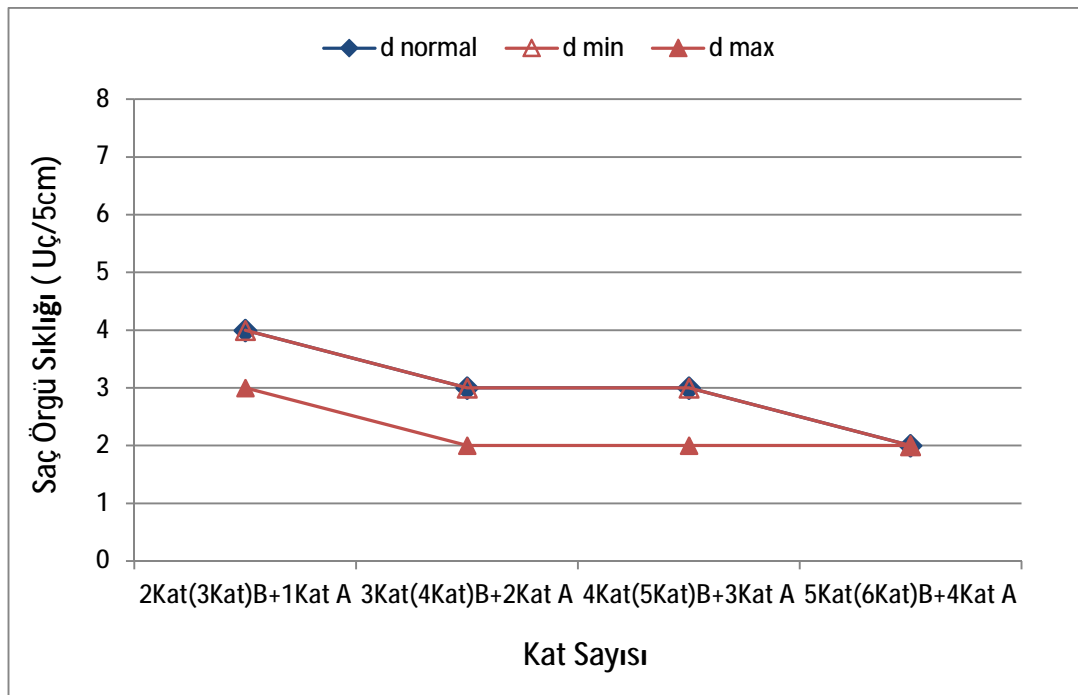
Şekil 4.102. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki uzunluk – adım sayısı grafiği.

4.4.1.2. Sıklık Verilerinin Değerlendirilmesi

4.4.1.2.1. Sıklık – Kat Sayısı

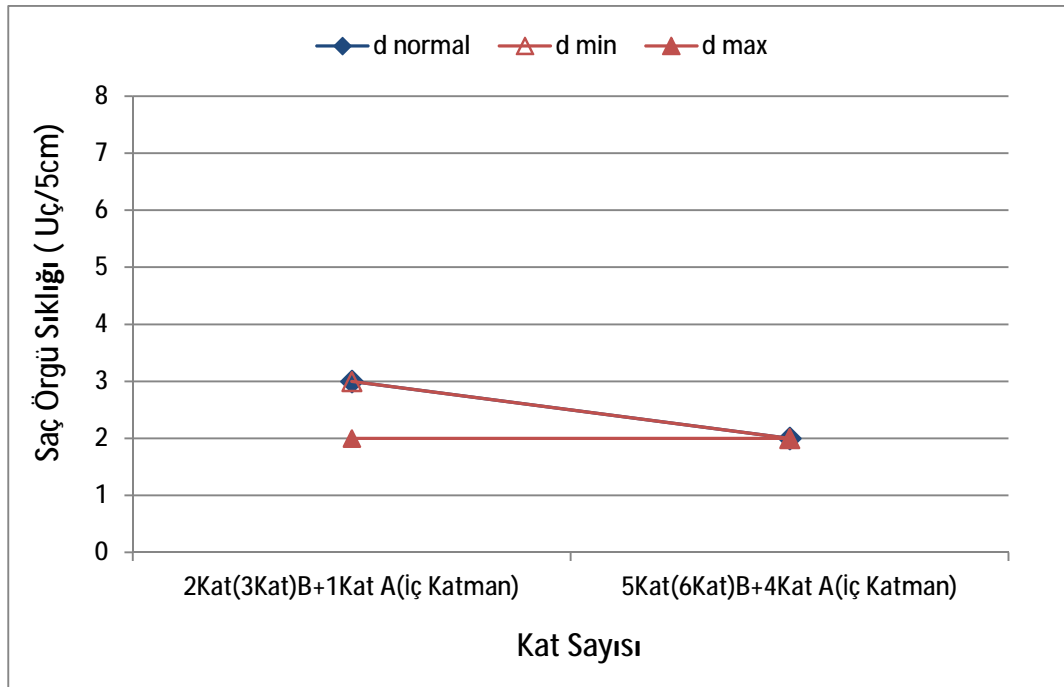
Şekil 4.103'de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 öñşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık

değerleri için sıklık – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça saç örgü sıklık değerlerinde azalma eğilimi olduğu görülmüştür. Minimum koşul saç örgü sıklık değerleri 2 uç/5cm ile 4 uç/5cm arasında değişirken, maksimum koşul saç örgü sıklık değerleri 2 uç/5cm ile 3 uç/5cm arasında değişmekte olup normal koşul saç örgü sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı ancak minimum koşul saç örgü sıklık değerine yakın olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.103. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.104’de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık değerleri için sıklık – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça saç örgü sıklık değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Normal koşul saç örgü sıklık değerlerinin, maksimum koşul saç örgü sıklık değerleri ile minimum koşul saç örgü sıklık değerlerinin arasında yer aldığı ancak minimum koşul saç örgü sıklık değerine yakın olduğu gözlemlenmiştir.

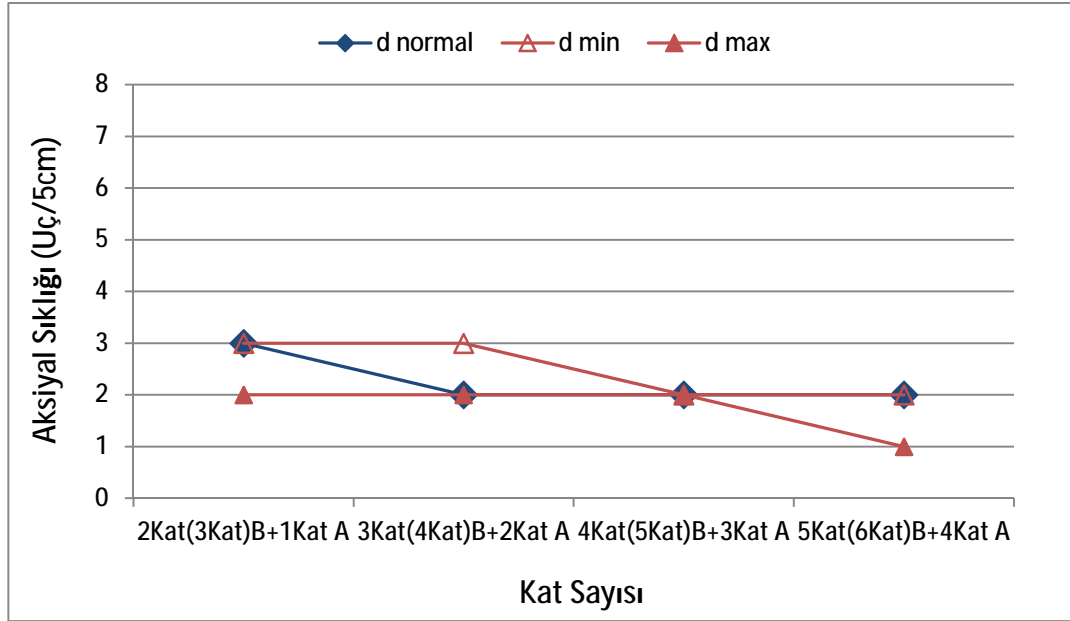


Şekil 4.104. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki sıklık – kat sayısı grafiği.

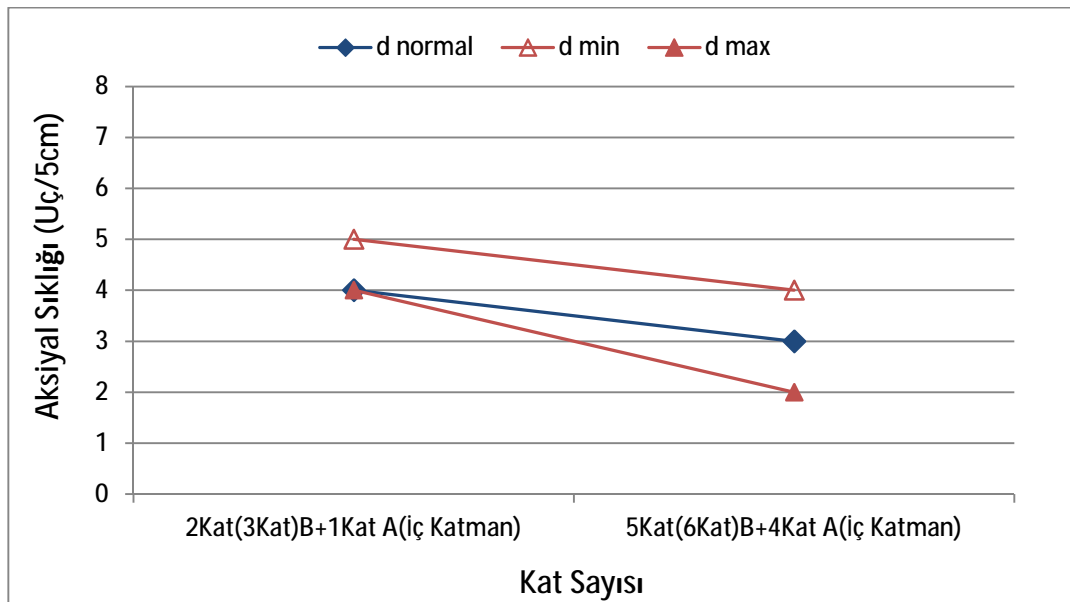
Şekil 4.105’de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı değerleri için sıklık – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça aksiyal sıklık değerlerinde azalma eğilimi olduğu görülmüştür. Minimum koşul aksiyal sıklık değerleri 2 uç/5cm ile 3 uç/5cm arasında değişirken, maksimum koşul aksiyal sıklık değerleri 1 uç/5cm ile 2 uç/5cm arasında değişmekte olup genel olarak normal koşul aksiyal sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.

Şekil 4.106’da yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı değerleri için sıklık – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça aksiyal sıklık değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Minimum koşul aksiyal sıklık değerleri 4 uç/5cm ile 5 uç/5cm arasında değişirken, maksimum koşul aksiyal sıklık değerleri 2 uç/5cm ile 4 uç/5cm arasında değişmekte olup genel olarak

normal koşul aksiyal sıklık değerlerinin bu iki değer arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.105. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal sıklığı – kat sayısı grafiği.



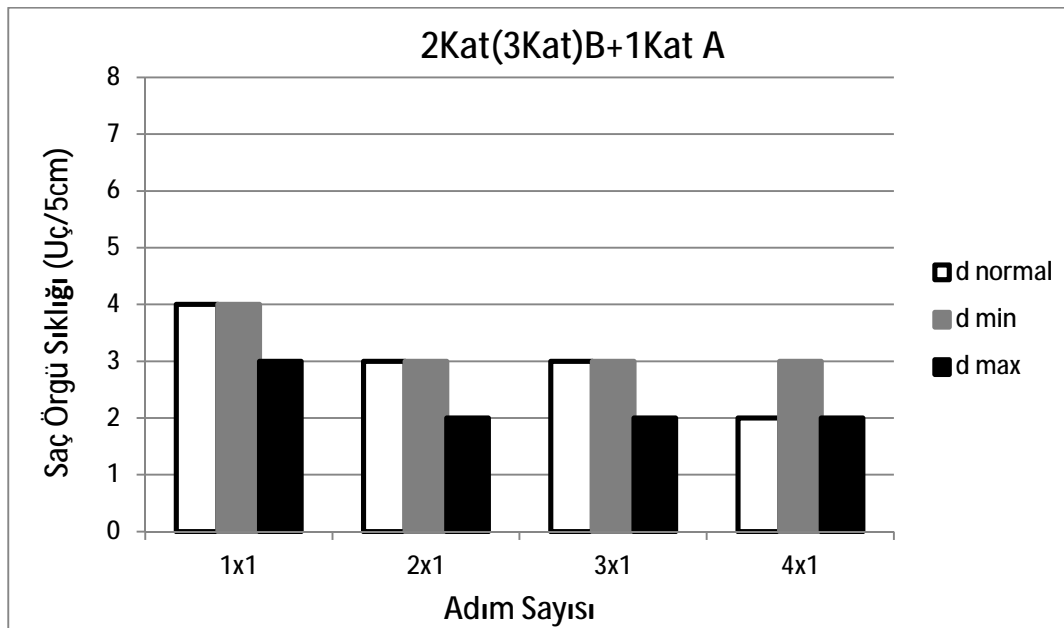
Şekil 4.106. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal sıklığı – kat sayısı grafiği.

4.4.1.2.2. Sıklık – Adım Sayısı

Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat)B+1Kat A ve 5kat(6kat)B+4Kat A' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece bu yapılarda sıklık – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

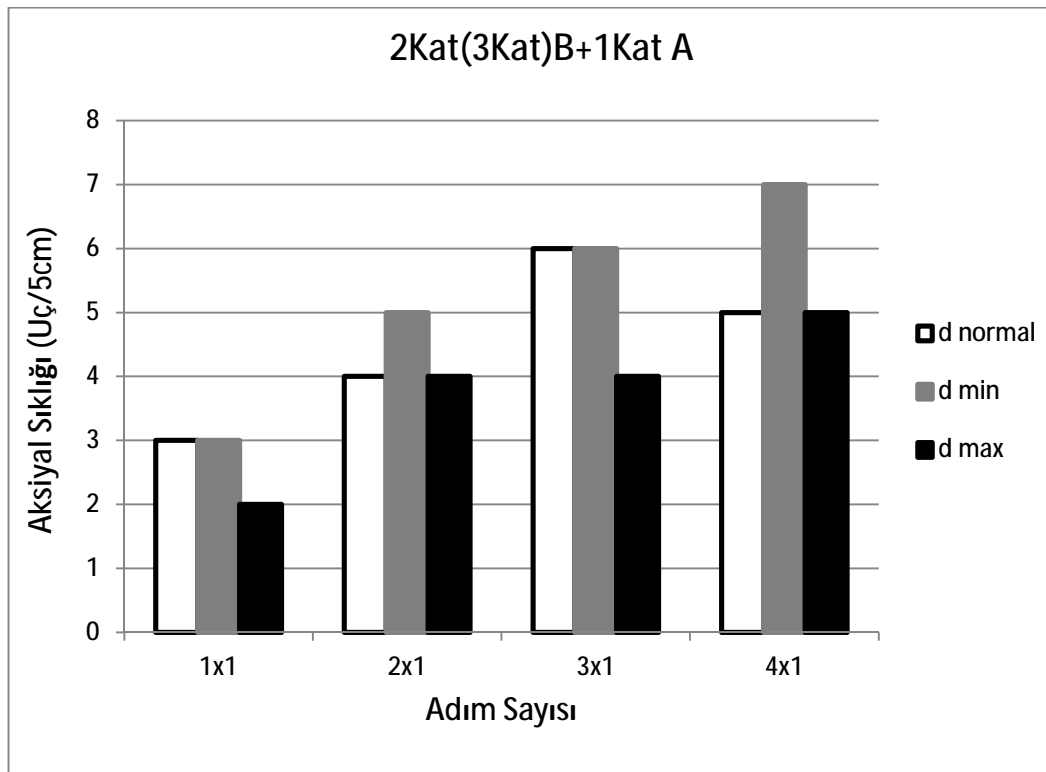
4.4.1.2.2.1. 2kat (3kat)B + 1Kat A Önşekiller İçin Sıklık – Adım Sayısı

Şekil 4.107'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü sıklığı değerleri için saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde saç örgü sıklık değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul saç örgü sıklık değerleri, maksimum koşul saç örgü sıklık değerlerine göre artış göstermiştir. Bunun gerekçesi, yapının hacmindeki azalmayla temsili saç örgü ipliklerinin yaklaşmasıdır. Ancak maksimum koşulda hacim arttığı için saç örgü sıklığında azalış gözlemlenmiştir.



Şekil 4.107. Yeni geliştirilen üç boyutlu dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği.

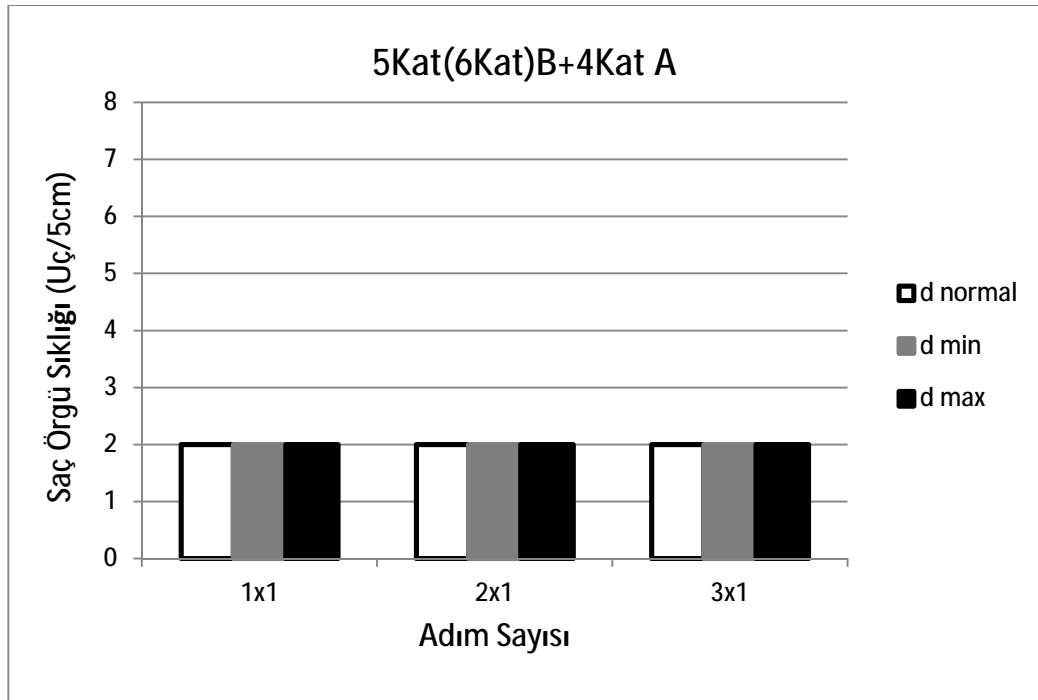
Şekil 4.108’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı değerleri için aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerde, adım sayısı 1x1’den 3x1’e değiştirildiğinde aksiyal sıklık değerlerinde artış olduğu, benzer şekilde adım sayısı 2x1’den 4x1’e değiştirildiğinde de aksiyal sıklık değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni, temsili ipliklerdeki yapının formlanması esnasında gerçekleşen kesişme şekilleridir. Çözgü uzantılı Bilişik yöntemli 2Kat(3Kat)B+1Kat A yapılar incelendiği zaman, saç örgü iplik setlerinin sürekli saat yönünde yada onun tersi yönde hareket etmesi sonucunda yapıda torsiyon oluşmaktadır ve uzun atlamaların aksiyal ipliklerine yanal yönde uyguladığı basınç nedeni ile aksiyal ipliklerini bir araya getirici etkisi olmuştur. Bu sebeplerden dolayı aksiyal iplik sıklık değerinin yüksek çıktığı anlaşılmıştır.



Şekil 4.108. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiği.

4.4.1.2.2.2. 5kat (6kat)B + 4Kat A Öncekilleri İçin Sıklık – Adım Sayısı

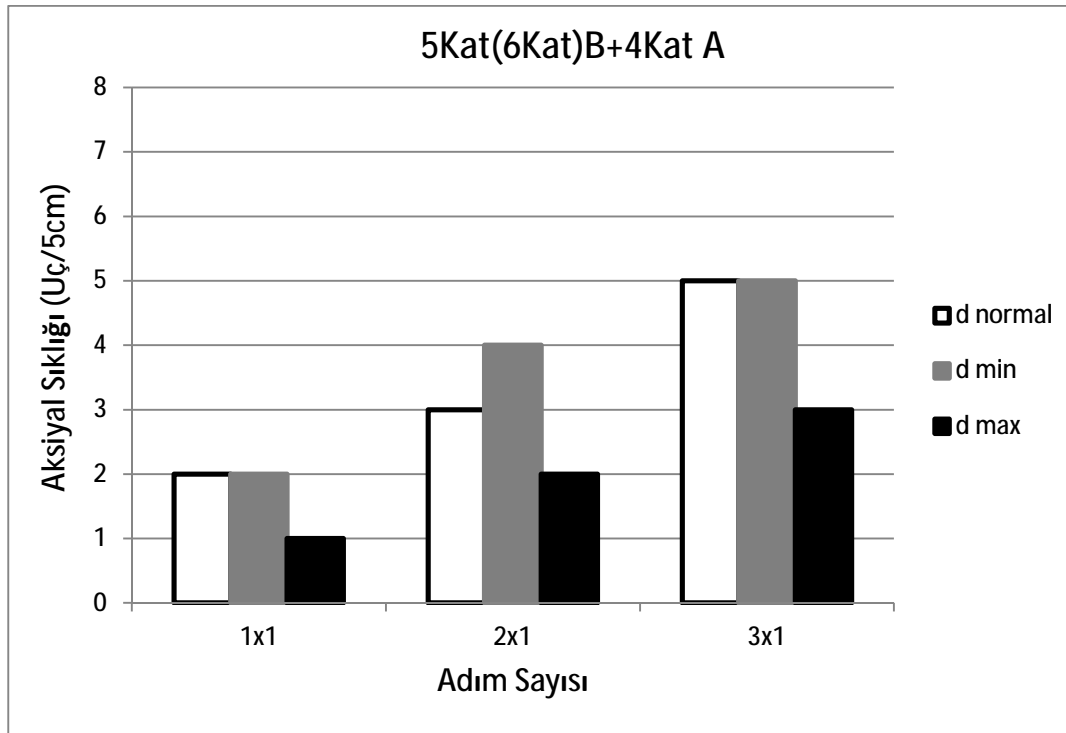
Şekil 4.109’da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öncekilleri, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü sıklığı değerleri için saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öncekillerde, adım sayısındaki değişimin normal koşul ve açılma koşullarının (minimum-maksimum) saç örgü sıklık değerlerinde önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir.



Şekil 4.109. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öncekilleri normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü sıklığı – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.110’da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öncekilleri, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü sıklığı değerleri için aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öncekillerde, adım sayısı arttıkça normal koşul

ve açılma koşulları (minimum-maksimum) aksiyal sıklık değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Genel olarak, normal koşul aksiyal sıklık değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) aksiyal sıklık değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Minimum koşul aksiyal sıklık değerleri 2 uç/5cm ile 5 uç/5cm arasında değişirken, maksimum koşul aksiyal sıklık değerlerinin ise 1 uç/5cm ile 3 uç/5cm arasında değişmekte olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.110. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öneşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal sıklığı – adım sayısı grafiği.

4.4.2. Öneşekillerin Açılma Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi

Tablo 4.21'de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü öneşekillerin normal şart altındaki, Tablo 4.22'de ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki açılma ölçüm verileri verilmiştir. Tablolarda yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü öneşekillerin normal koşul ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altında yüzey açısı değerleri, düzlem dışı açı (saç örgü açısı) değerleri, helis açısı değerleri ve aksiyal açı değerleri yer almaktadır.

Tablo 4.21. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında açısız ölçüm verileri.

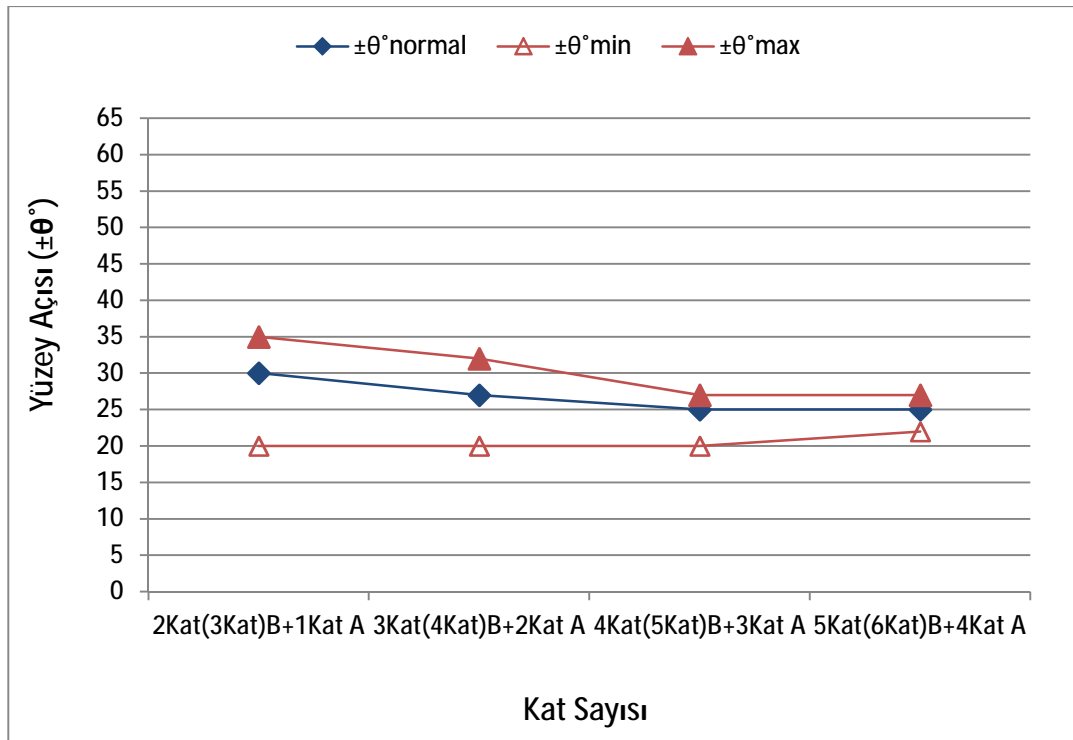
Yapı	Kat Sayısı	İplik		Yüzey Açısı ($\pm\theta^\circ$)	Düzlem Dışı Açısı ($\pm\theta_b^\circ$)	Helis Açısı ($\pm\theta_h^\circ$)	Aksiyal Açısı (θ_a°)
		Çevresel \times Radyal (C \times R)					
<i>1x1</i>	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 \times 30		30	15	60	7
	3Kat(4Kat)B +2Kat A	7 \times 30		27	16	63	10
	4Kat(5Kat)B +3Kat A	9 \times 30		25	18	65	10
	5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 \times 30		25	18	65	15
<i>2x1</i>	2Kat(3Kat)B +1Kat A (Dış Katman)	5 \times 30		5	5	85	–
	2Kat(3Kat)B +1Kat A (İç Katman)	5 \times 30		25	18	65	6
	5Kat(6Kat)B +4Kat A (Dış Katman)	11 \times 30		3	7	87	–
	5Kat(6Kat)B +4Kat A (İç Katman)	11 \times 30		30	13	60	10
<i>3x1</i>	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 \times 30		20	12	70	4
	5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 \times 30		20	14	70	5
<i>4x1</i>	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 \times 30		20	10	70	5

Tablo 4.22. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında açısal ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik		Düzlem Dışı Açısı ($\pm\theta_b^\circ$)	Helis Açısı ($\pm\theta_h^\circ$)	Aksiyal Açısı (θ_a°)
			Çevresel \times Radyal	Yüzey Açısı ($\pm\theta^\circ$)			
			(C \times R)				
Minimum	1x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 \times 30	20	17	70	5
		3Kat(4Kat)B +2Kat A	7 \times 30	20	18	70	7
		4Kat(5Kat)B +3Kat A	9 \times 30	20	18	70	10
		5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 \times 30	22	20	68	12
	2x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A (Dış Katman)	5 \times 30	5	5	85	–
		2Kat(3Kat)B +1Kat A (İç Katman)	5 \times 30	15	18	75	5
		5Kat(6Kat)B +4Kat A (Dış Katman)	11 \times 30	3	7	87	–
		5Kat(6Kat)B +4Kat A (İç Katman)	11 \times 30	20	23	70	7
	3x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 \times 30	16	16	74	4
		5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 \times 30	18	22	72	4
	4x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 \times 30	16	22	74	5
	Maksimum	1x1	2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 \times 30	35	13	55
3Kat(4Kat)B +2Kat A			7 \times 30	32	12	58	11
4Kat(5Kat)B +3Kat A			9 \times 30	27	12	63	10
5Kat(6Kat)B +4Kat A			11 \times 30	27	12	63	15
2x1		2Kat(3Kat)B +1Kat A (Dış Katman)	5 \times 30	5	5	85	–
		2Kat(3Kat)B +1Kat A (İç Katman)	5 \times 30	30	12	60	7
		5Kat(6Kat)B +4Kat A (Dış Katman)	11 \times 30	3	7	87	–
		5Kat(6Kat)B +4Kat A (İç Katman)	11 \times 30	35	12	55	15
3x1		2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 \times 30	25	13	65	5
		5Kat(6Kat)B +4Kat A	11 \times 30	25	14	65	5
4x1		2Kat(3Kat)B +1Kat A	5 \times 30	25	18	65	5

4.4.2.1. Açı – Kat Sayısı

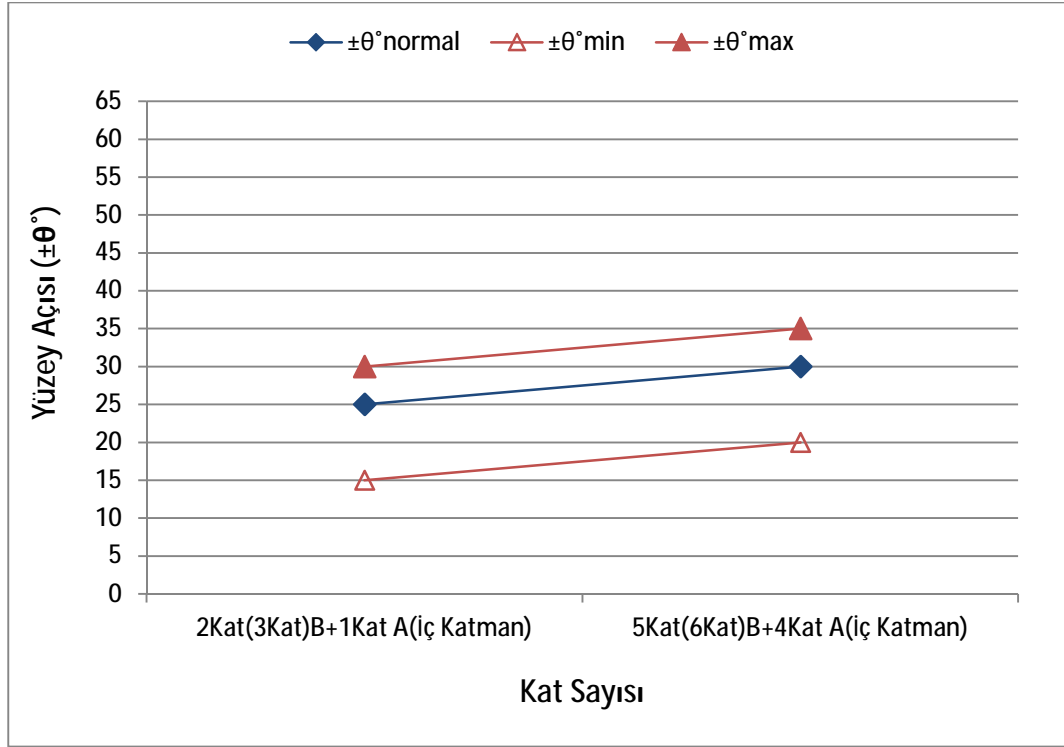
Şekil 4.111’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça normal koşul ve açılma koşullarındaki (minimum-maksimum) yüzey açısı değerlerinde azalma eğilimi olduğu gözlemlenmiştir. Normal koşul yüzey açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.111. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği.

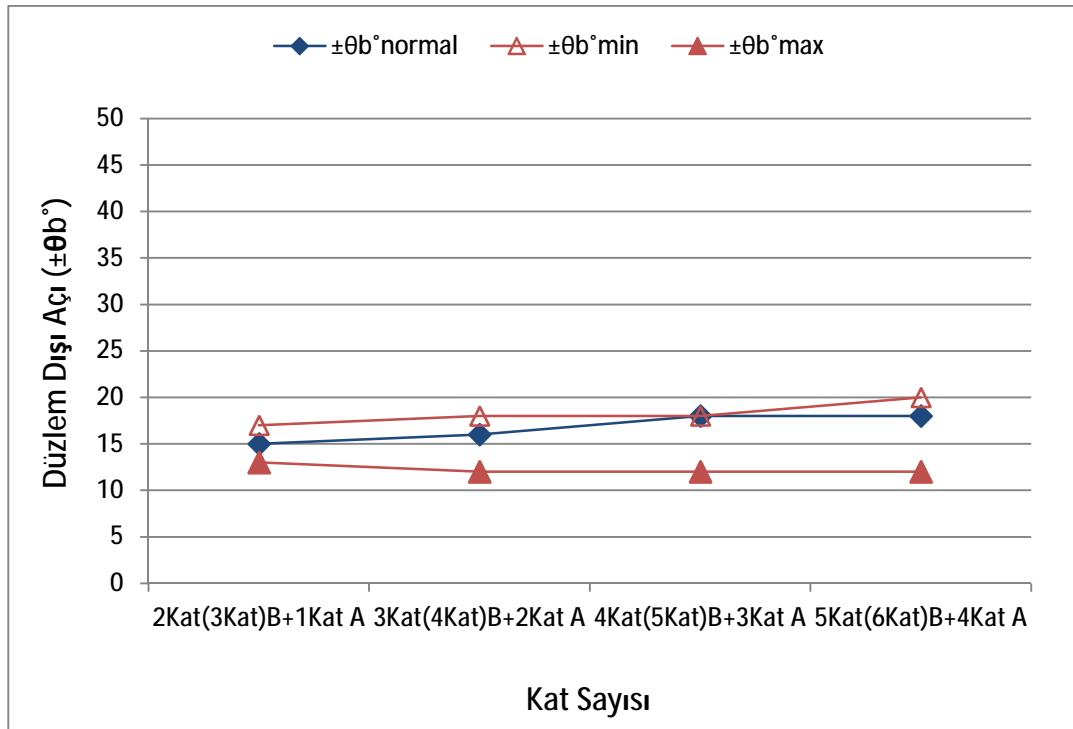
Şekil 4.112’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat

sayısı arttıkça yüzey açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Normal koşul yüzey açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.112. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.113’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^{\circ}$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça normal koşul ve minimum koşul saç örgü açısı değerlerinde hafif bir artış, maksimum koşul saç örgü açısı değerlerinde ise hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Genellikle normal koşul saç örgü açısı değerlerinin, açılma koşulları (minimum-maksimum) saç örgü açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir. Minimum koşul saç örgü açısı değerleri 17° ile 20° arasında, maksimum koşul saç örgü açısı değerleri 12° ile 13° arasında ve normal koşul saç örgü açısı değerleri 15° ile 18° arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.

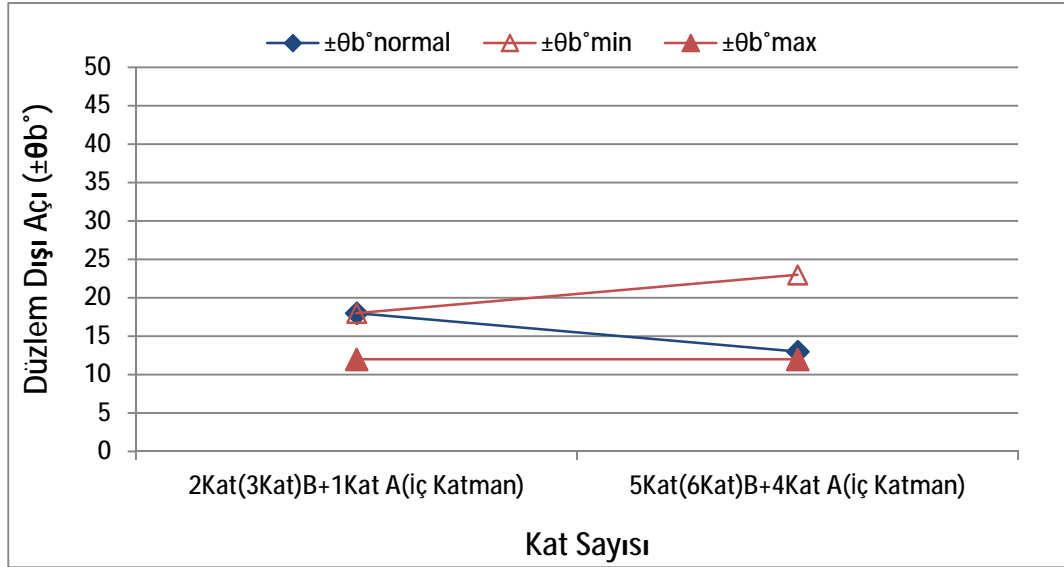


Şekil 4.113. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği.

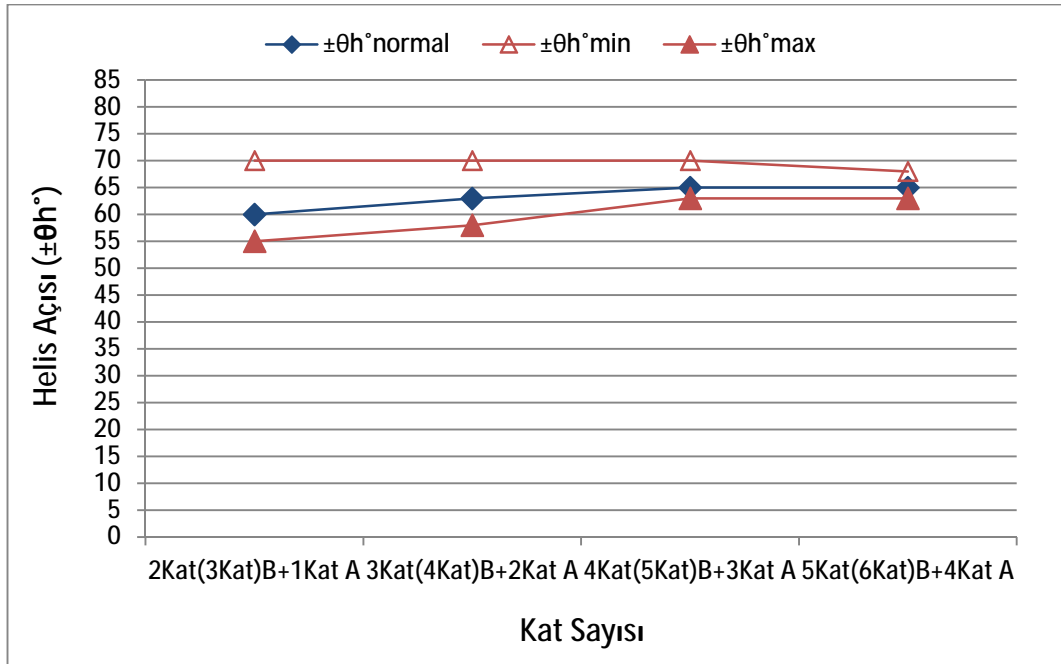
Şekil 4.114’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça normal koşul saç örgü açısı değerlerinde azalma minimum koşul saç örgü açısı değerlerinde artış olduğu ve maksimum koşul saç örgü açısı değerlerinde ise herhangi bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Normal koşul saç örgü açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) saç örgü açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.

Şekil 4.115’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça helis açısı değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul helis açısı değerlerinin minimum koşul helis açısı değerlerinden daha düşük

olduğu ve normal koşul helis açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) helis açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.

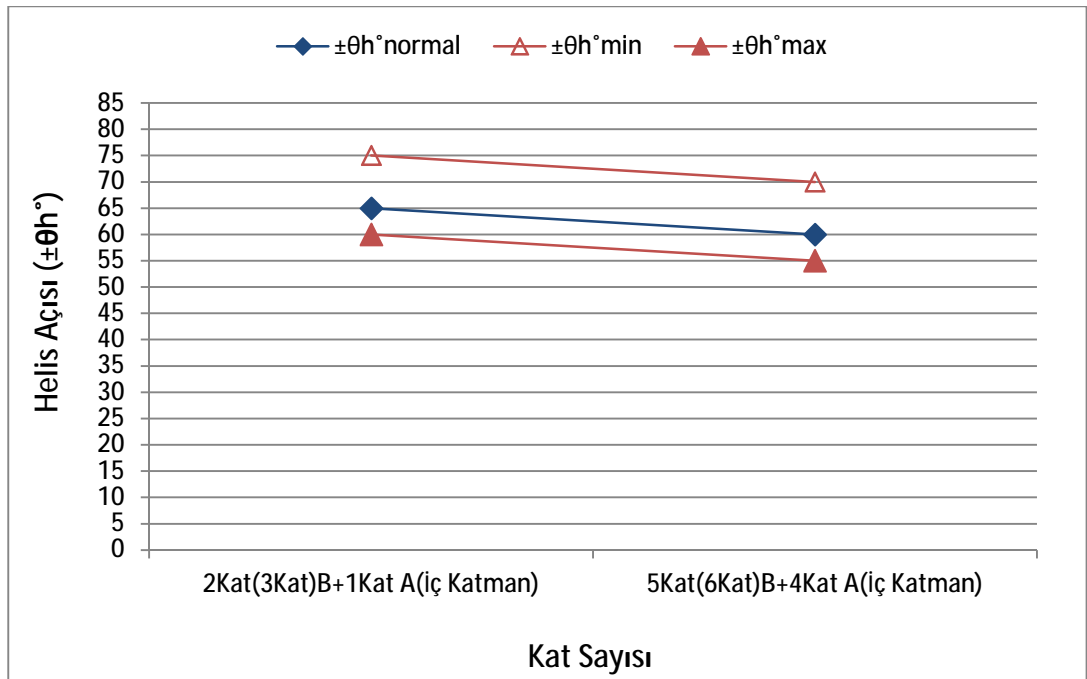


Şekil 4.114. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – kat sayısı grafiği.



Şekil 4.115. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği.

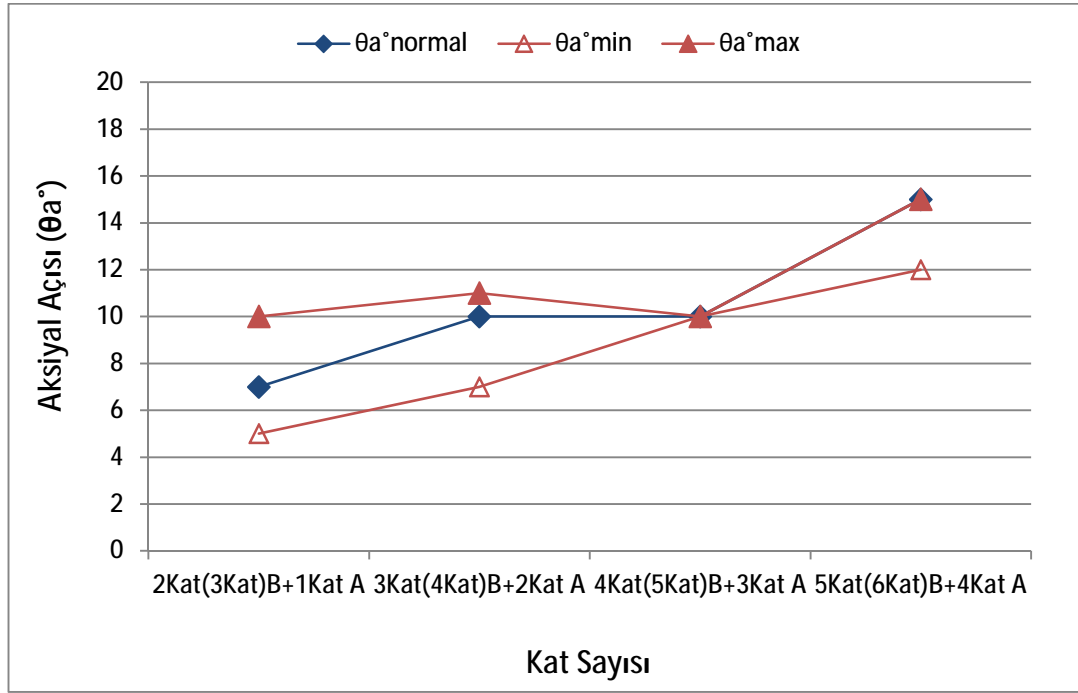
Şekil 4.116'da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_n^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça helis açısı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul helis açısı değerlerinin minimum koşul helis açısı değerlerinden daha düşük olduğu ve normal koşul helis açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) helis açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.116. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – kat sayısı grafiği.

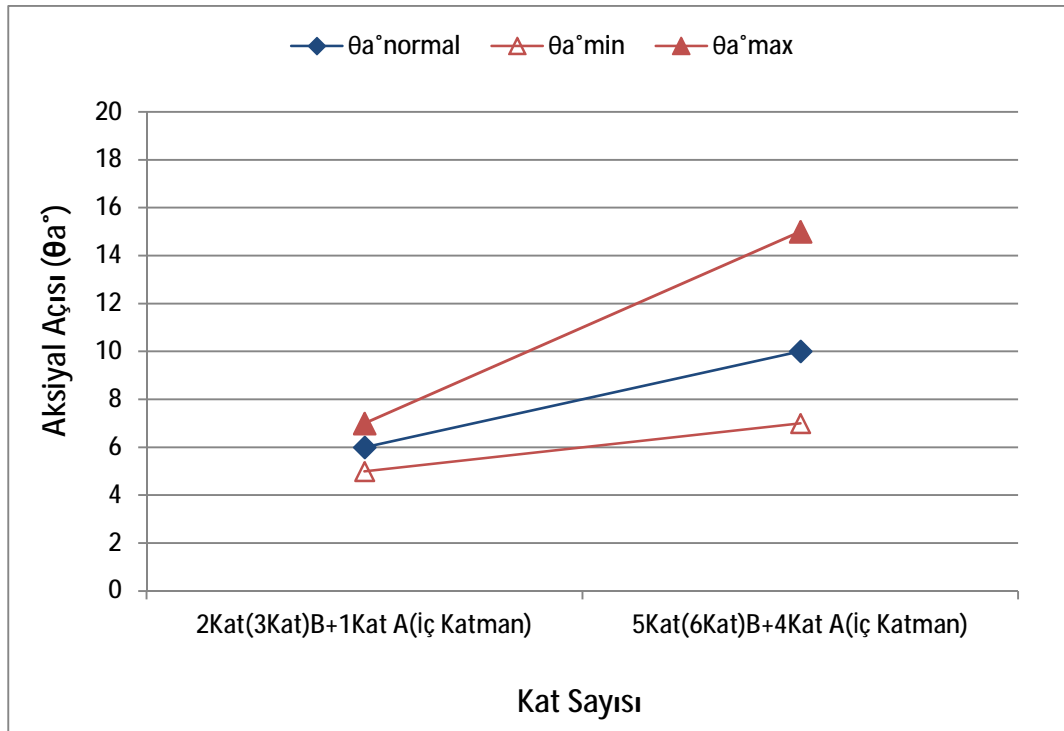
Şekil 4.117'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal açısı ($\pm\theta_a^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça aksiyal açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul aksiyal açısı değerlerinin minimum koşul aksiyal açısı değerlerinden daha yüksek olduğu ve normal koşul aksiyal açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-

maksimum) aksiyal açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir. Minimum koşul aksiyal açısı değerleri 5° ile 12° arasında, maksimum koşul aksiyal açısı değerleri 10° ile 15° arasında ve normal koşul aksiyal açısı değerleri 7° ile 15° arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.



Şekil 4.117. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal açısı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.118’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal açısı ($\pm\theta_a^\circ$) değerleri için açı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça aksiyal açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul aksiyal açısı değerlerinin minimum koşul aksiyal açısı değerlerinden daha yüksek olduğu ve normal koşul aksiyal açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) aksiyal açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir. Minimum koşul aksiyal açısı değerleri 5° ile 7° arasında, maksimum koşul aksiyal açısı değerleri 7° ile 15° arasında ve normal koşul aksiyal açısı değerleri 6° ile 10° arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.



Şekil 4.118. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları altındaki aksiyal açısı – kat sayısı grafiği.

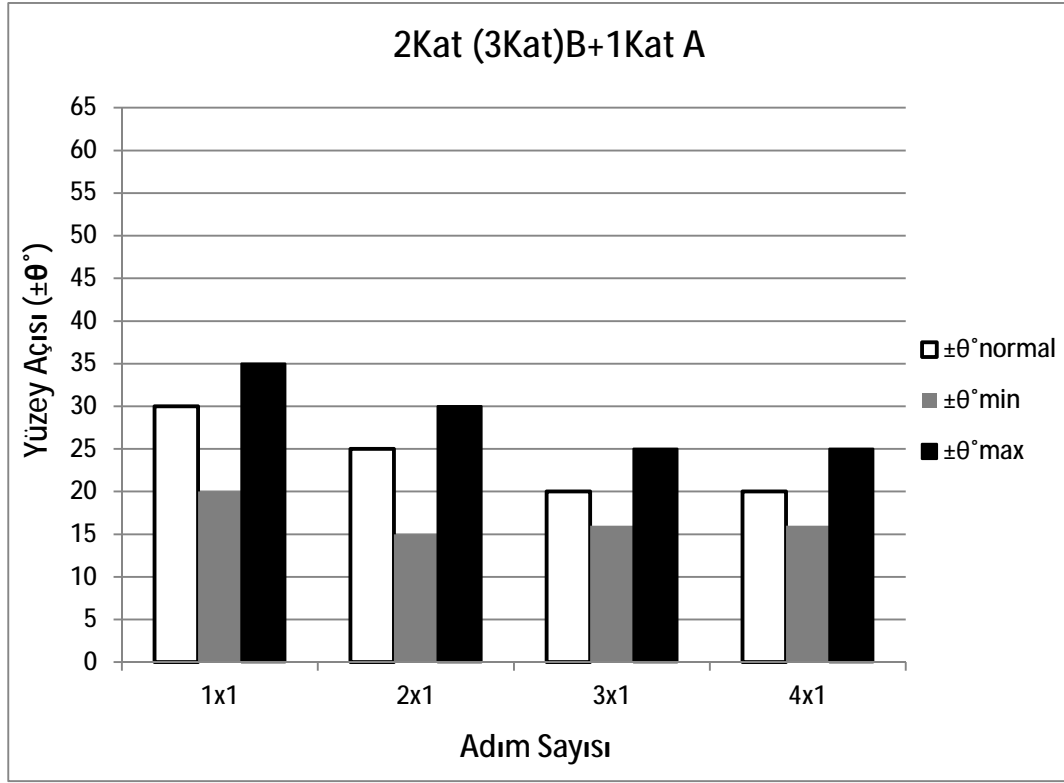
4.4.2.2. Açı – Adım Sayısı

Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat)B+1Kat A ve 5kat(6kat)B+4Kat A' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece 2kat(3kat)B+1Kat A ve 5kat(6kat)B+4Kat A' lı yapılarda açı – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.4.2.2.1. 2kat (3kat)B + 1Kat A Önşekiller İçin Açı– Adım Sayısı

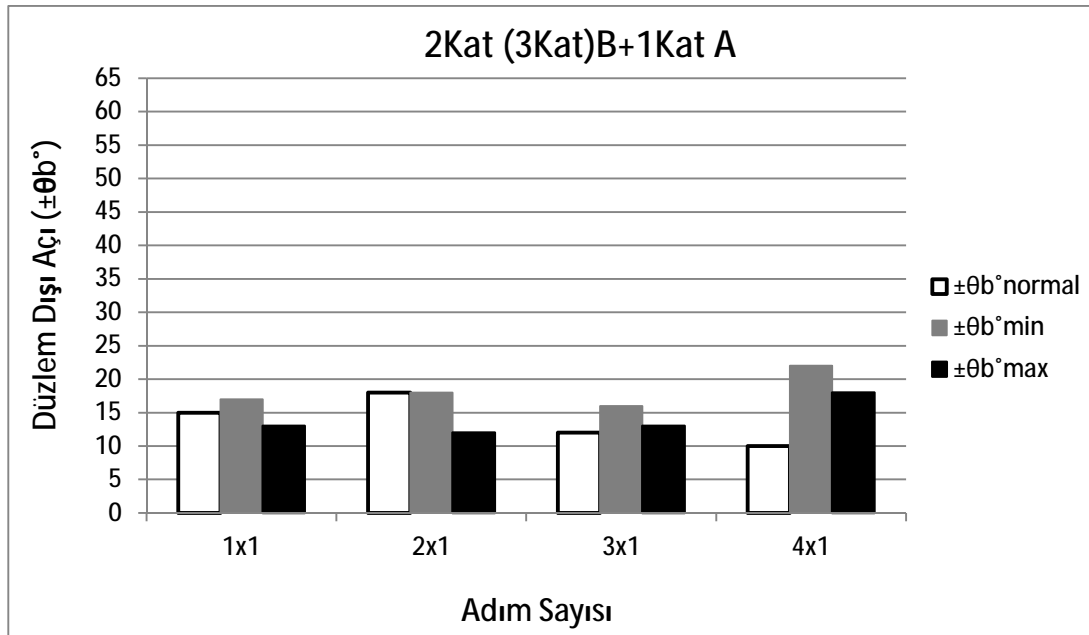
Şekil 4.119'da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e ve 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde genel olarak azalma olduğu gözlemlenmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü

2Kat(3Kat)B+1Kat A öñşekillerde, normal koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul yüzey açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.119. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği.

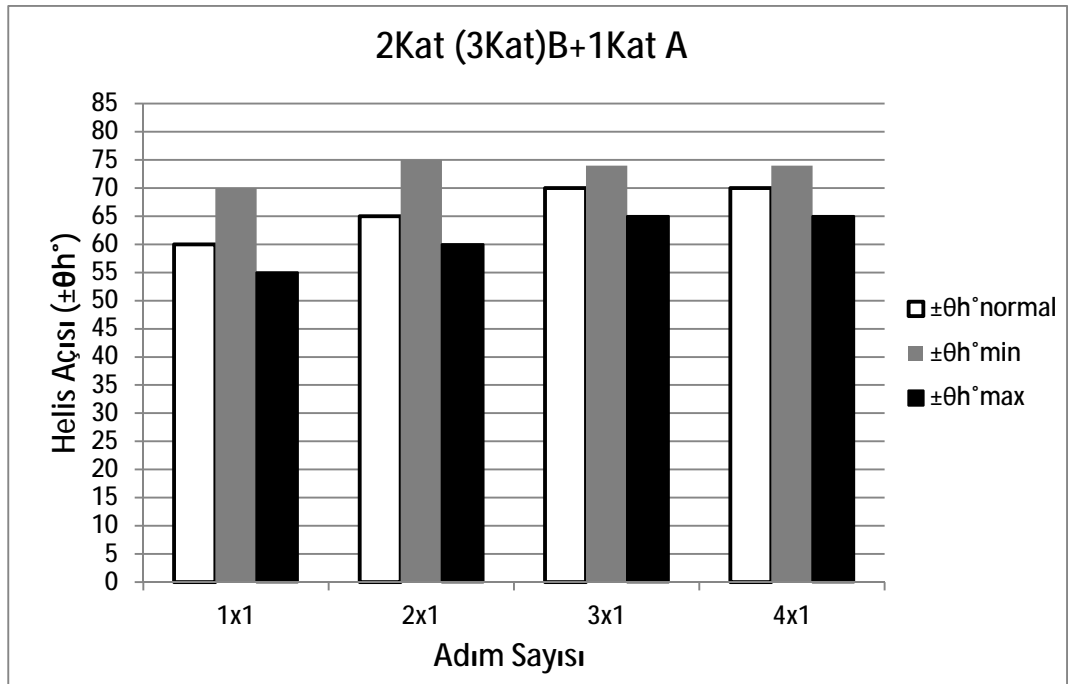
Şekil 4.120’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A öñşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açısı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A öñşekillerde, adım sayısı 1x1’den 3x1’e ve 2x1’den 4x1’e değiştirildiğinde normal koşul saç örgü açısı değerlerinde genel olarak hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A öñşekiller, genel olarak değerlendirildiğinde normal koşuldaki saç örgü açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul saç örgü açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.



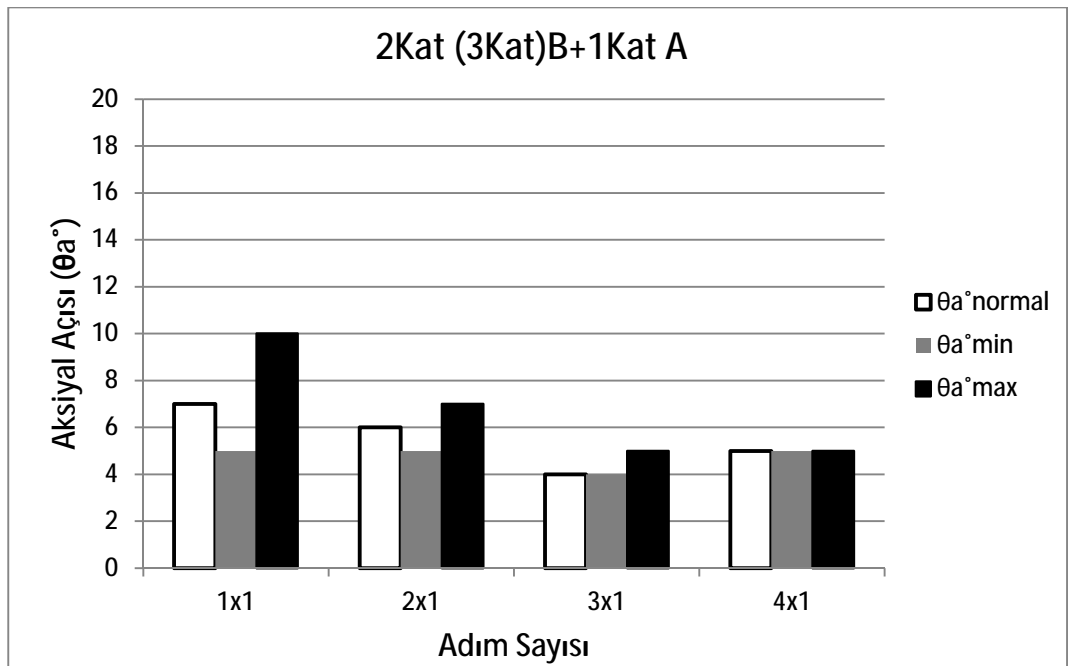
Şekil 4.120. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.121’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneğillerde, adım sayısı 1x1’den 3x1’e ve 2x1’den 4x1’e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneğillerde, normal koşuldaki helis açısı değerlerinin minimum koşul ile maksimum koşul helis açısı değerleri arasında yer aldığı belirlenmiştir.

Şekil 4.122’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneğillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal açısı ($\pm\theta_a^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneğillerde, adım sayısı 1x1’den 3x1’e ve 2x1’den 4x1’e değiştirildiğinde normal koşul aksiyal açısı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.



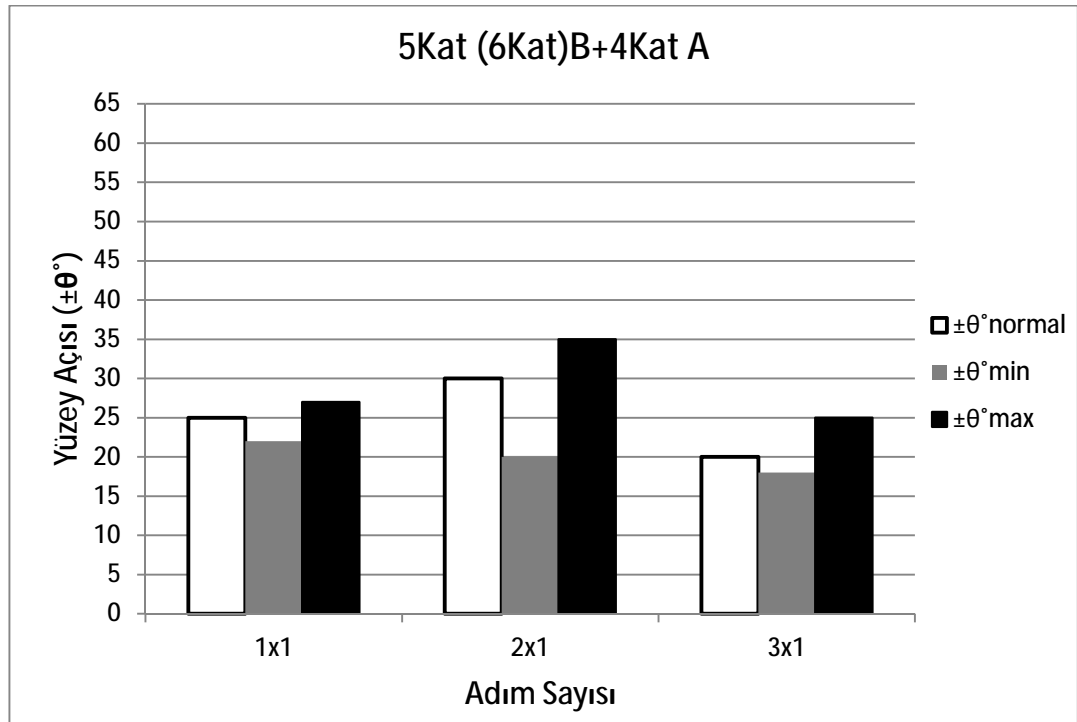
Şekil 4.121. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği.



Şekil 4.122. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal açısı – adım sayısı grafiği.

4.4.2.2.2. 5Kat (6Kat)B + 4Kat A Önşekiller İçin Açı- Adım Sayısı

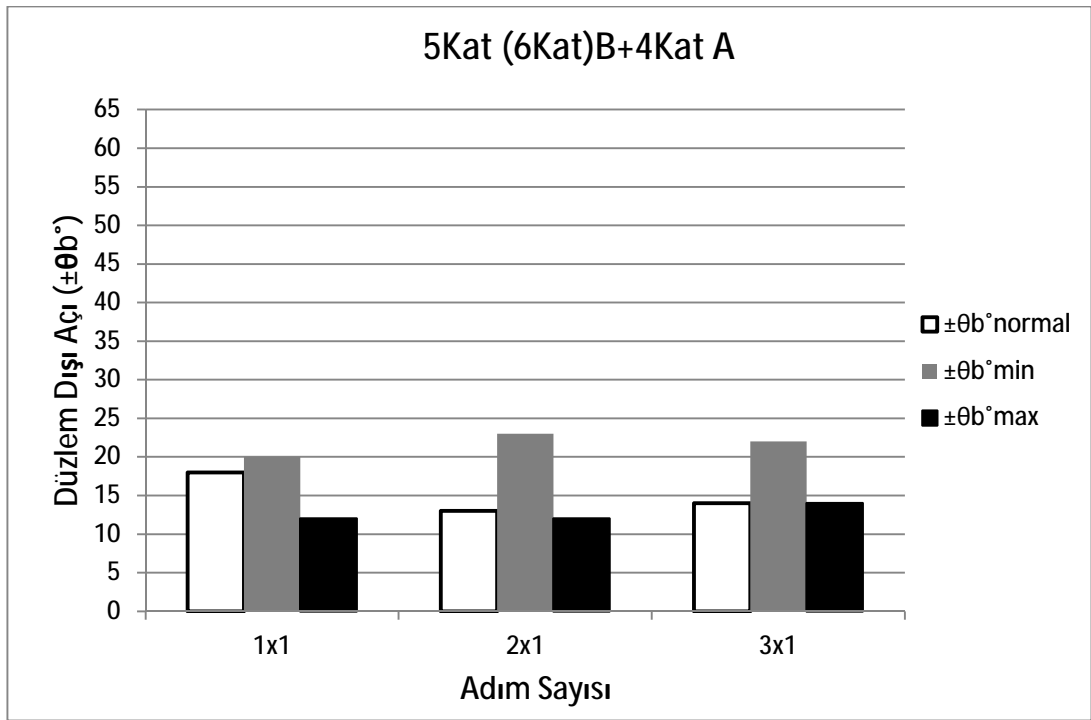
Şekil 4.123’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı ($\pm\theta^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerde, adım sayısı 1x1’den 3x1’e değiştirildiğinde yüzey açısı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ancak adım sayısı 2x1 olan 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerdeki yüzey açısı değerlerinin adım sayısı 1x1 ve 3x1 olan 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerdeki yüzey açısı değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.123. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey açısı – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.124’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) ($\pm\theta_b^\circ$) değerleri için açı – adım

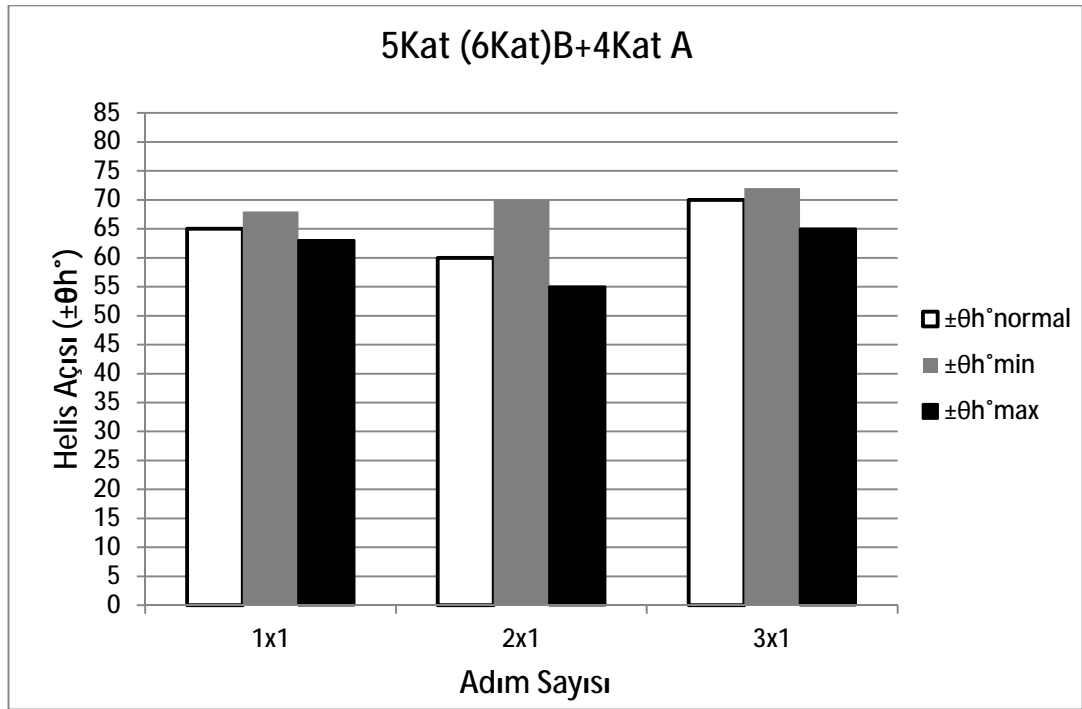
sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde normal koşul düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) değerlerinde belirgin bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ancak hem minimum koşul hem de maksimum koşul düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) değerlerinde ise artış olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) değerlerinin maksimum koşul düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerde, minimum koşul saç örgü açısı değerleri 20° ile 23° arasında, maksimum koşul saç örgü açısı değerleri 12° ile 14° arasında ve normal koşul saç örgü açısı değerleri 13° ile 18° arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.



Şekil 4.124. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki düzlem dışı açısı (saç örgü açısı) – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.125'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı ($\pm\theta_h^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği

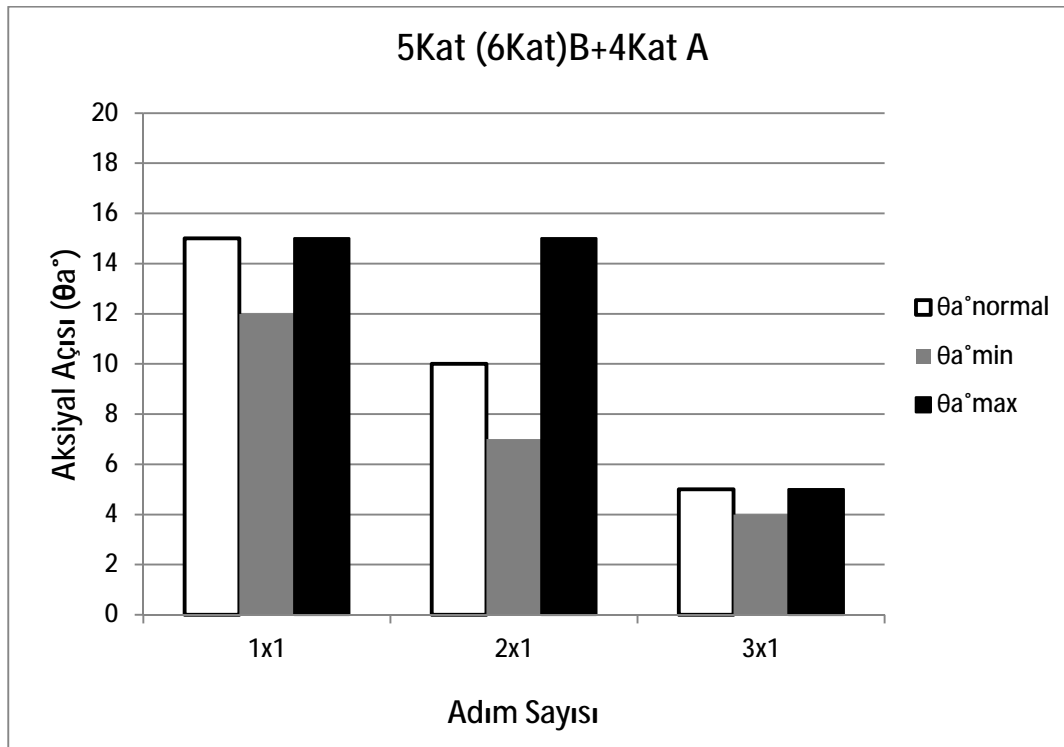
verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde helis açısı değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Ancak adım sayısı 2x1 olan 5Kat(6Kat)B+4Kat A öşekillerde genel olarak, helis açısı değerlerinin adım sayısı 1x1 ve 3x1 olan 5Kat(6Kat)B+4Kat A öşekillerdeki helis açısı değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öşekillerde, bütün adım sayılarında minimum koşul helis açısı değerlerinin, maksimum koşul helis açısı değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 4.125. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki helis açısı – adım sayısı grafiği.

Şekil 4.126'da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal açısı ($\pm\theta_a^\circ$) değerleri için açı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e

değiştirildiğinde aksiyal açısı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ancak adım sayısı 2x1 olan 5Kat(6Kat)B+4Kat A örnekte aksiyal açısı değerlerinin, adım sayısı 1x1 ve 3x1 olan 5Kat(6Kat)B+4Kat A örnekteki aksiyal açısı değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Maksimum koşul aksiyal açısı değerlerinin minimum koşul aksiyal açısı değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Minimum koşul aksiyal açısı değerleri 4° ile 12° arasında, maksimum koşul aksiyal açısı değerleri 5° ile 15° arasında ve normal koşul aksiyal açısı değerleri 5° ile 15° arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.



Şekil 4.126. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A örnekteki normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki aksiyal açısı – adım sayısı grafiği.

4.4.3. Örnekteki Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verileri ve Değerlendirilmesi

Tablo 4.23'de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü örnekteki normal şart altındaki, Tablo 4.24'de ise açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki temsili iplik uzunluk ölçüm verileri verilmiştir.

Tablo 4.23. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerin normal şart altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Yapı	Kat Sayısı	İplik		Saç Örgü İplik Uzunluğu (l _b , cm)	Yüzey Ark Uzunluğu (l _a , cm)	Toplam İplik Uzunluğu (l _{ty} , cm)	Aksiyal İplik Uzunluğu (l _{al} , cm)
		Çevresel × Radyal (C×R)	İplik Yüzey Uzunluğu (l, cm)				
1x1	2Kat(3Kat)B+1Kat A	5 × 30	13.50	6.50	8.00	14.50	13.00
	3Kat(4Kat)B+2Kat A	7 × 30	21.30	15.70	8.00	23.70	21.00
	4Kat(5Kat)B+3Kat A	9 × 30	22.00	16.30	8.70	25.00	18.50
	5Kat(6Kat)B+4Kat A	11 × 30	23.00	14.00	11.50	25.50	22.50

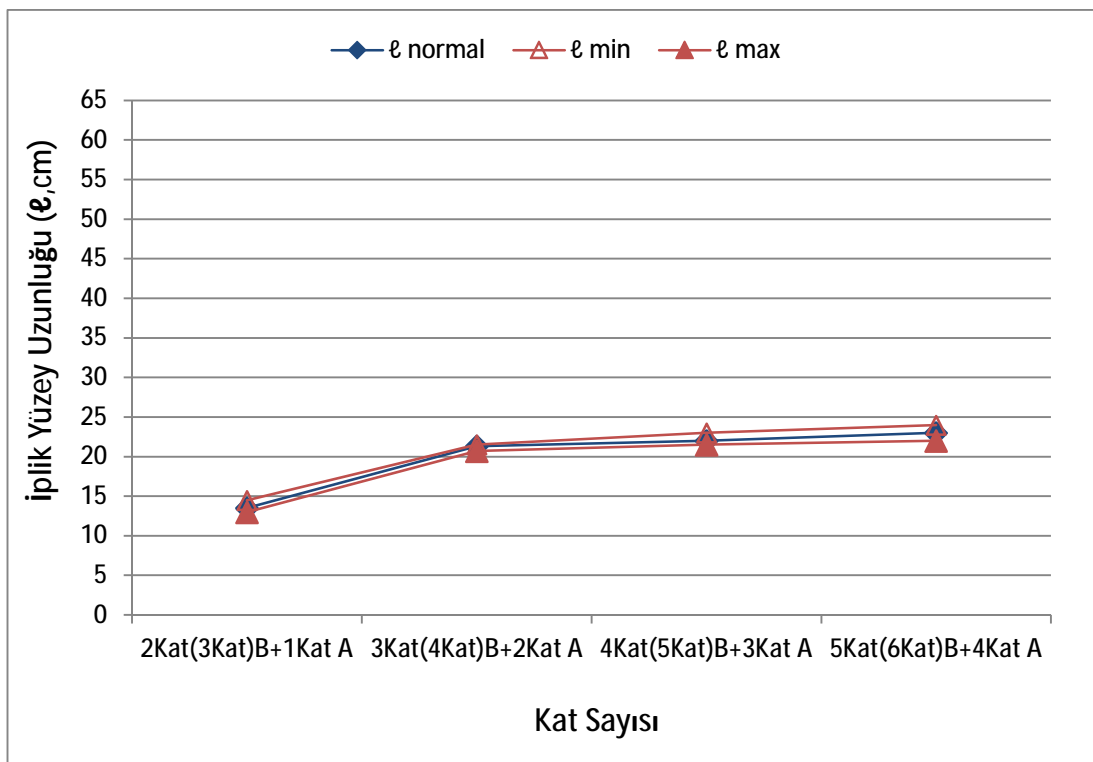
Tablo 4.24. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerin açılma koşulları (Jamming Conditions) altında temsili iplik uzunluk ölçüm verileri.

Açılma Koşulları	Yapı	Kat Sayısı	İplik		Saç Örgü İplik Uzunluğu (l _b , cm)	Yüzey Ark Uzunluğu (l _a , cm)	Toplam İplik Uzunluğu (l _{ty} , cm)	Aksiyal İplik Uzunluğu (l _{al} , cm)
			Çevresel × Radyal (C×R)	İplik Yüzey Uzunluğu (l, cm)				
Minimum	1x1	2Kat(3Kat)B+1Kat A	5 × 30	14.50	6.40	8.70	15.10	13.50
		3Kat(4Kat)B+2Kat A	7 × 30	21.50	15.20	7.80	23.00	21.50
		4Kat(5Kat)B+3Kat A	9 × 30	23.00	16.00	8.50	24.50	19.00
		5Kat(6Kat)B+4Kat A	11 × 30	24.00	14.00	12.50	26.50	23.50
Maksimum	1x1	2Kat(3Kat)B+1Kat A	5 × 30	13.00	8.50	7.00	15.50	12.00
		3Kat(4Kat)B+2Kat A	7 × 30	20.70	15.80	8.20	24.00	20.50
		4Kat(5Kat)B+3Kat A	9 × 30	21.50	17.30	8.70	26.00	17.50
		5Kat(6Kat)B+4Kat A	11 × 30	22.00	13.50	10.70	24.00	20.70

4.4.3.1. İplik Yüzey Uzunluğu (ℓ) – Kat Sayısı

Şekil 4.127’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu (ℓ) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1

önşekillerin normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum), kat sayısı arttıkça iplik yüzey uzunluğu değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekiller için normal koşul iplik yüzey uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) iplik yüzey uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul iplik yüzey uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

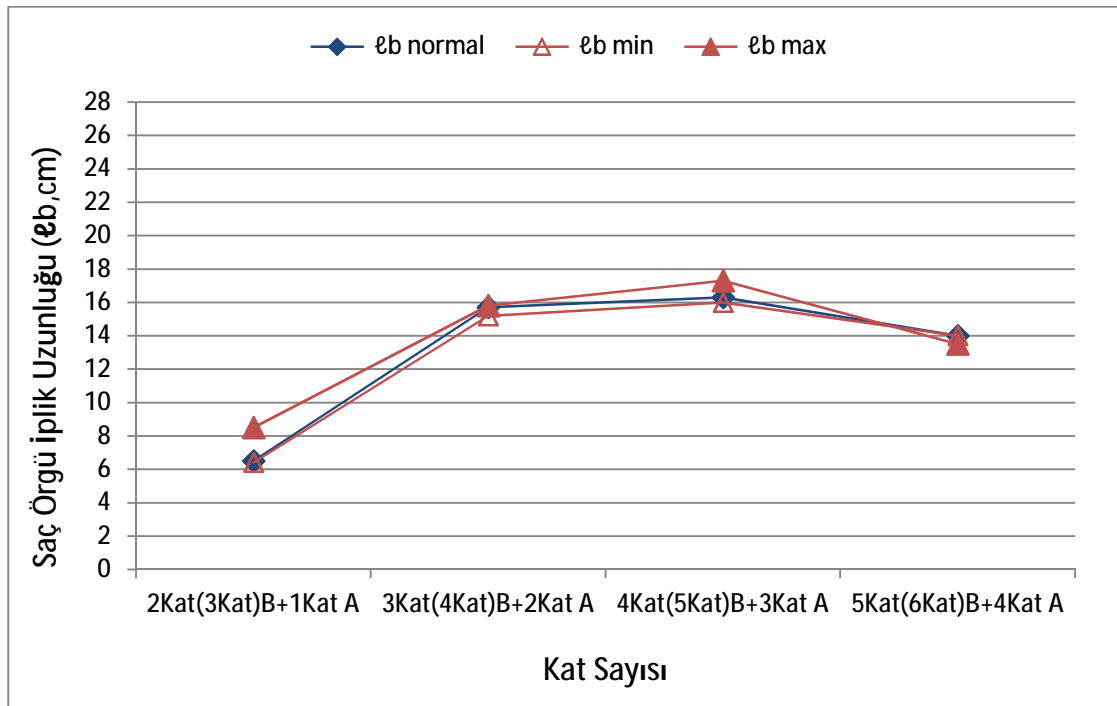


Şekil 4.127. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki iplik yüzey uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.4.3.2. Saç Örgü İplik Uzunluğu (l_b) – Kat Sayısı

Şekil 4.128’de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu (l_b) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1

önşekillerde kat sayısı 5Kat(6Kat)B+4Kat A olan önşekil dışında, normal koşul ve açılma koşullarında (minimum-maksimum) kat sayısı arttıkça saç örgü iplik uzunluğu değerlerinde artış olduğu ancak kat sayısı 5Kat(6Kat)B+4Kat A olan önşekilde kat sayısı 4Kat(5Kat)B+3Kat A olan önşekile göre saç örgü iplik uzunluğu değerlerinde hafif bir düşme olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde genel olarak, normal koşul saç örgü iplik uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) saç örgü iplik uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul saç örgü iplik uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

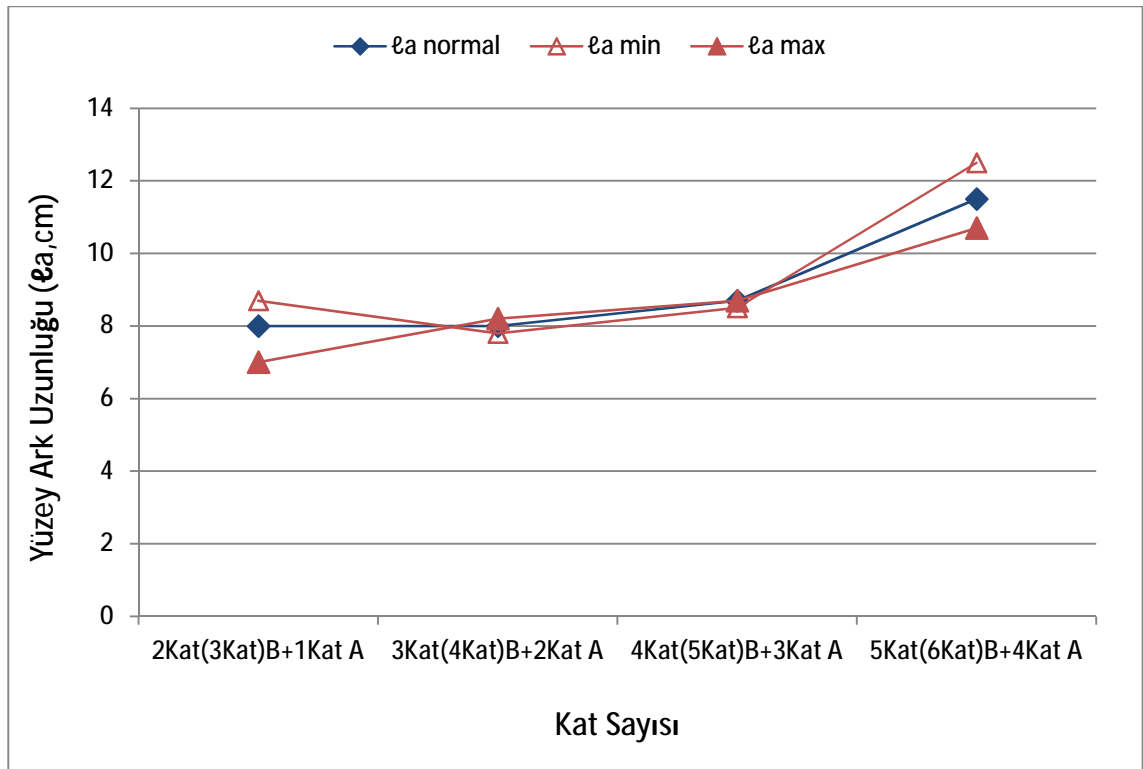


Şekil 4.128. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki saç örgü iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.4.3.3. Yüzey Ark Uzunluğu (l_a) – Kat Sayısı

Şekil 4.129’da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark

uzunluğu (ℓ_a) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde kat sayısı arttıkça genel olarak, yüzey ark uzunluğu değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, normal koşul yüzey ark uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) yüzey ark uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul yüzey ark uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

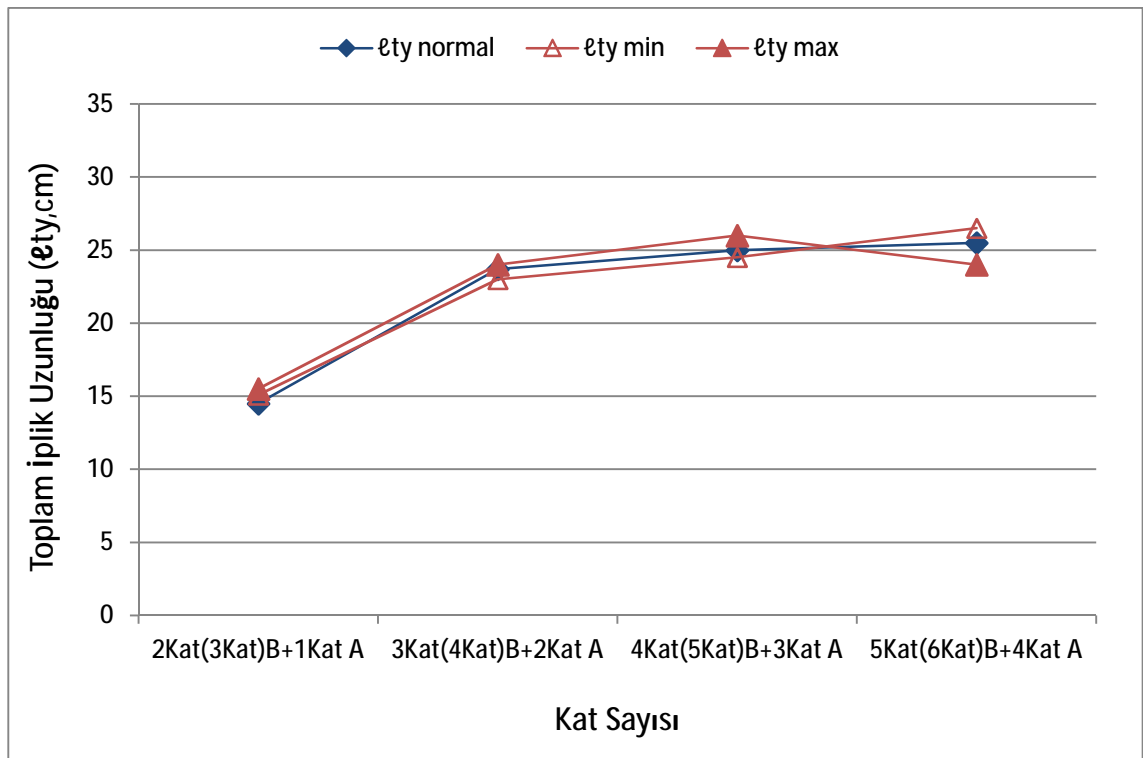


Şekil 4.129. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki yüzey ark uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.4.3.4. Toplam İplik Uzunluğu (ℓ_{ty}) – Kat Sayısı

Şekil 4.130’da, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu ($\ell_{ty}=\ell_a+\ell_b$) değerleri için uzunluk – kat sayısı grafiği verilmiştir.

Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde kat sayısı arttıkça toplam iplik uzunluğu değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, normal koşul toplam iplik uzunluğu değerlerinin açılma koşulları (minimum-maksimum) toplam iplik uzunluğu değerleri arasında olduğu belirlenmiş olup normal koşul, minimum koşul ve maksimum koşul toplam iplik uzunluğu değerleri arasında da büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.



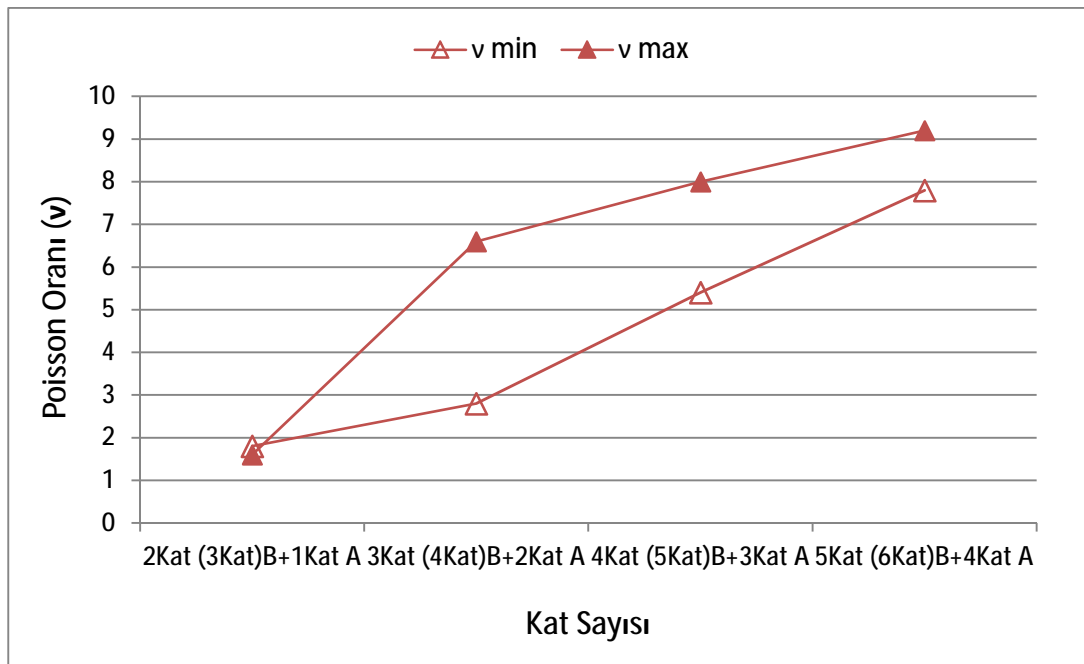
Şekil 4.130. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin normal şart ve açılma koşulları (minimum-maksimum) altındaki toplam iplik uzunluğu – kat sayısı grafiği.

4.4.4. Önşekillerin Poisson Oranı Ölçüm Verileri

4.4.4.1. Poisson Oranı (ν) – Kat Sayısı

Şekil 4.131’de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin, Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – kat sayısı grafiği

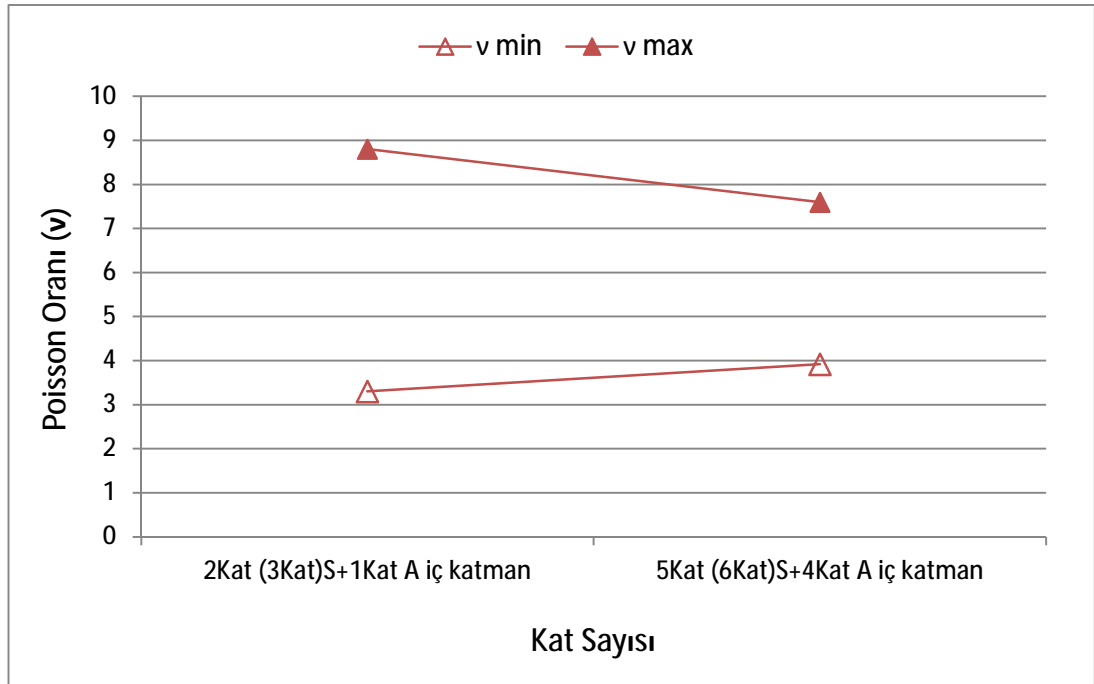
verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça Poisson oranında (ν) artış olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerleri, minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerleri yaklaşık olarak 1.6 ile 7.8 arasında değişirken, maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerleri yaklaşık olarak 1.6 ile 9.2 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.131. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

Şekil 4.132’de yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin, Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – kat sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerde, kat sayısı arttıkça maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerlerinde hafif bir azalma, minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinde ise hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerleri, minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Minimum koşul Poisson oranı (ν_{min}) değerleri yaklaşık olarak 3.30 ile 3.92 arasında

değişirken, maksimum koşul Poisson oranı (v_{max}) değerleri yaklaşık olarak 7.6 ile 8.8 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.132. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 önşekillerin Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

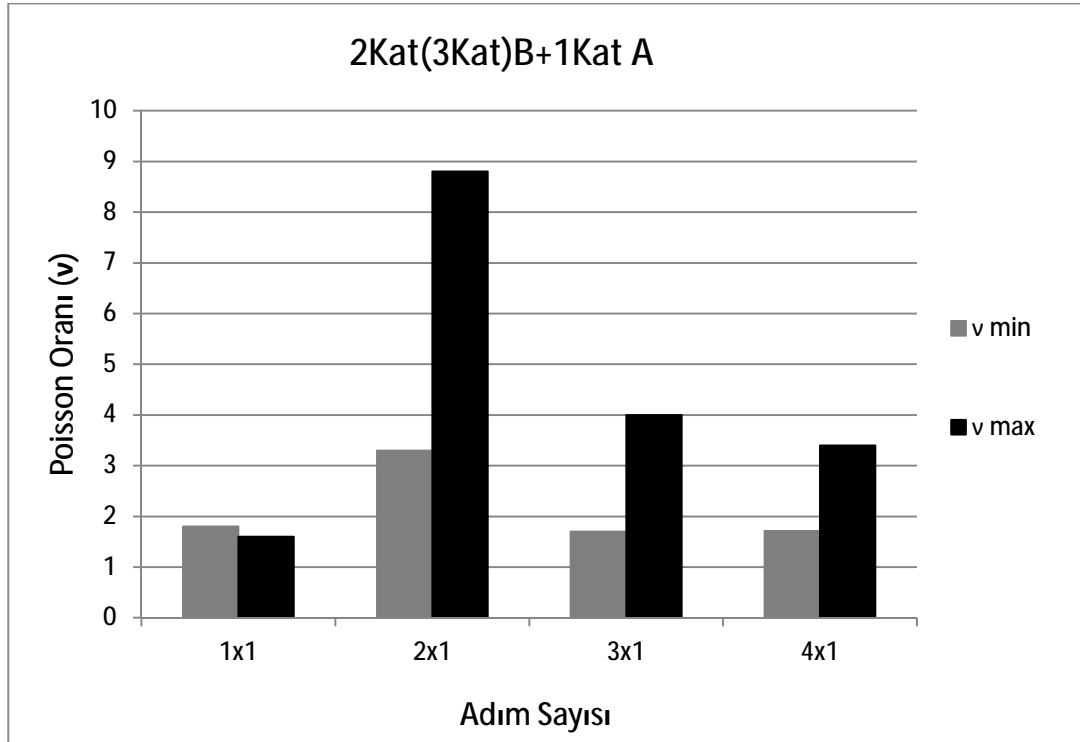
4.4.4.2. Poisson Oranı (v) – Adım Sayısı

Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekillerde sadece 2kat(3kat)B+1Kat A, 5kat(6kat)B+4Kat A' lı yapılarda farklı adım sayılarında yapılar üretilmiştir. Bu yüzden sadece 2kat(3kat)B+1Kat A, 5kat(6kat)B+4Kat A' lı yapılarda Poisson oranı – adım sayısı grafikleri çizilmiştir.

4.4.4.2.1. 2kat (3kat)B + 1Kat A Önşekiller İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı

Şekil 4.133'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerin Poisson oranı (v) değerleri için Poisson oranı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A önşekillerde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde Poisson oranı (v) değerlerinde artış olduğu ancak adım

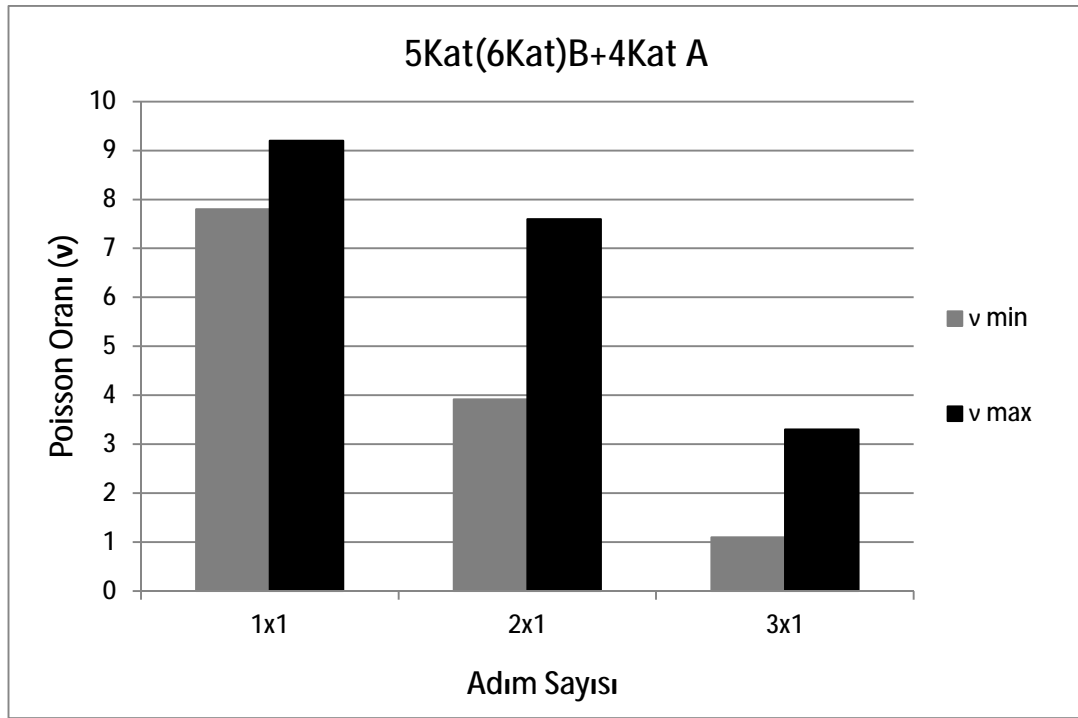
sayısı 2x1'den 4x1'e değiştirildiğinde Poisson oranı (ν) değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. En büyük Poisson oranı (ν) değeri ise adım sayısı 2x1 olan 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneğinin maksimum koşul Poisson oranı (ν_{max}) değerinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.133. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B+1Kat A örneğinin için Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.4.4.2.2. 5kat (6kat)B + 4Kat A Örneğinin İçin Poisson Oranı – Adım Sayısı

Şekil 4.134'de, yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A örneğinin için Poisson oranı (ν) değerleri için Poisson oranı – adım sayısı grafiği verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel örgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A örneğinde, adım sayısı 1x1'den 3x1'e değiştirildiğinde Poisson oranı (ν) değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Adım sayısı 2x1 olan 5Kat(6Kat)B+4Kat A örneğinin Poisson oranı (ν) değerleri, adım sayısı 1x1 ve 3x1 olan 5Kat(6Kat)B+4Kat A örneğinin Poisson oranı (ν) değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.134. Yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 5Kat(6Kat)B+4Kat A öñşekiller için Poisson oranı – kat sayısı grafiği.

4.5. Genel Sonuçlar ve Öneriler

4.5.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Sa Örgülü Öñşekiller İçin Elde Edilen Sonuçların Genel Değerlendirmesi

4.5.1.1. Yapıların Genel Değerlendirilmesi

- Genel olarak geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel sa örgülü öñşekillerde, iki yönde yönlendirilmiş iplik setleri oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile sa örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, sa örgü yapısını meydana getirmiştir. İplik setlerinden birisi $+θ$ yönünden $-θ$ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, $-θ$ yönünden $+θ$ yönüne doğru hareket etmektedir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel sa örgülü öñşekiller 1x1, 2x1, 3x1 ve 4x1 gibi farklı adım sayıları kullanılarak üretilmiştir. Bu yöntem ile üretilen 1x1 ve 3x1 adımlı öñşekillerde, katlarıyla tamamı ile kesişmeli entegre olmuş bir yapı elde edilmiştir.

- Ancak 2x1 ve 4x1 adımlı önşekillerde ise katlar arası bağlantılı bir yapı elde edilmemiştir ve bu çift adımlı yapılar, çok katmanlı eş merkezli iç içe geçmiş silindirik (concentric cylinder) yapı formunda kendini göstermiştir.

4.5.1.2. Boyutsal Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirilmesi

- 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça normal koşul altındaki dış çap değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı önşekillerin normal koşul dış çap değerlerinin, minimum ve maksimum koşul dış çap değerleri arasında olduğu ve bu değerlerde de hafif bir artış olduğu tespit edilmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımlarda (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımlarda (2x1 ve 4x1) dış çap değerlerinde önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak tek sayılı adımlı önşekillerdeki dış çap değerleri, çift sayılı adımlı önşekillerdeki dış çap değerlerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni tek sayılı adımlı önşekillerde katlar arası kilitlemenin olması, çift sayılı adımlı önşekillerde ise katlar arası kilitlemenin olmamasıdır.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal koşul dış çap değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) dış çap değerleri arasında olduğu ve tek sayılı adımlı önşekillerin maksimum koşul dış çap değerlerinin çift sayılı adımlı önşekillerin maksimum koşul dış çap değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.1.3. Sıklık Verilerinin Genel Değerlendirilmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça sıklık değerlerinde önemli bir değişimin olmadığı gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, normal koşul sıklık değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) sıklık değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki sıklık değerlerinin maksimum koşuldaki sıklık değerlerinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) sıklık değerlerinde bir değişim

gözlemlenmemiştir. Çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) sıklık değerlerinde ise artış olduğu tespit edilmiştir.

- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal koşul sıklık değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) sıklık değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki sıklık değerlerinin maksimum koşuldaki sıklık değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.1.4. Açı Verilerinin Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça yüzey açısı değerlerinde belirgin bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, normal koşul yüzey açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) yüzey açısı değerleri arasında olduğu ve maksimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) yüzey açısı değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiş, çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) yüzey açısı değerlerinde ise herhangi bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal koşul yüzey açısı değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) yüzey açısı değerleri arasında olduğu ve maksimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinde belirgin bir artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, normal koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum ve minimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin birbirlerine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca minimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin maksimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinden büyük olduğu tespit edilmiştir.

- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinde büyük bir artış olduğu çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinde ise daha düşük bir artış olduğu gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde tek sayılı adımlı önşekillerdeki saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerleri, çift sayılı adımlı önşekillerdeki saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni tek sayılı adımlı önşekillerde katlar arası kilitlemenin olması, çift sayılı adımlı önşekillerde ise katlar arası kilitlemenin olmamasıdır.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum ve minimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerleri dar bir aralıkta gerçekleşmiştir. Ayrıca minimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin maksimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinden büyük olduğu tespit edilmiştir.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça helis açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, normal koşul helis açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) helis açısı değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki helis açısı değerlerinin maksimum koşuldaki helis açısı değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) helis açısı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiş, çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) helis açısı değerlerinde ise herhangi bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal koşul helis açısı değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) helis açısı değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki helis açısı değerlerinin maksimum koşuldaki helis açısı değerlerinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.1.5. Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça iplik yüzey uzunluğu ve saç örgü iplik uzunluğu değerlerinde önemli bir artış, yüzey ark uzunluğu değerlerinde hafif bir artış, toplam iplik uzunluğu değerlerinde ise önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, normal koşul iplik uzunluk değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) iplik uzunluk değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca maksimum ve minimum koşul iplik uzunluk değerlerinin birbirlerine çok yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

4.5.1.6. Poisson Oranı (ν) Ölçüm Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça maksimum ve minimum koşul Poisson oranı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) maksimum ve minimum koşul Poisson oranı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.2. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller İçin Elde Edilen Sonuçların Genel Değerlendirmesi

4.5.2.1. Yapıların Genel Değerlendirilmesi

- Genel olarak geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekiller, iki yönde yönlendirilmiş saç örgü iplik setleri ile birlikte aksiyal iplik setlerinden oluşmuştur. Bu iki iplik setleri birbirleri ile saç örgü tipinde kesişmeler (intertwining) yaparak, saç örgü yapısını meydana getirirken, iplik setlerinden birisi $+\theta$ yönünden $-\theta$ yönüne doğru hareket ederken diğer iplik seti ise, $-\theta$ yönünden $+\theta$ yönüne doğru hareket etmektedir. Aksiyal iplikleri ise, $\pm\theta$ saç örgü iplik setleri arasında kesişmeden uzanan ve saç örgü ipliklerinin tam bir

dönüş yapmadan kesişmesi (intertwining) sonucu kilitlenmesi ile yapı içerisinde yerinde tutulduğu tespit edilmiştir.

- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü önşekiller 1x1, 2x1, 3x1 ve 4x1 gibi farklı adım sayıları kullanılarak üretilmiştir. Bu yöntem ile üretilen 1x1 ve 3x1 adımlı önşekillerde, katlarıyla tamamı ile kesişmeli entegre olmuş bir yapı elde edilmiştir. Çözüm uzantı iplikleri de bu kesişmeli katlar arasından geçmiştir.
- Ancak 2x1 ve 4x1 adımlı önşekillerde ise katlar arası bağlantılı bir yapı elde edilmemiştir, çözüm uzantı iplikleri de bu katlar arasından geçmiştir ve çok katmanlı eş merkezli iç içe geçmiş silindirik (concentric cylinder) yapı formunda kendini göstermiştir.

4.5.2.2. Boyutsal Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirilmesi

- 1x1 adım sayılı çözüm uzantılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça normal koşul altındaki dış çap değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözüm uzantılı önşekillerin normal koşul dış çap değerlerinin, minimum ve maksimum koşul dış çap değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum koşul dış çap değerlerinin minimum koşul dış çap değerlerinden büyük olduğu gözlemlenmiş olup minimum koşul dış çap değerlerinde hafif bir artış olduğu, maksimum koşul dış çap değerlerinde ise hafif bir azalma olduğu tespit edilmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözüm uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımlarda (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımlarda (2x1 ve 4x1) dış çap değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ancak tek sayılı adımlı önşekillerdeki dış çap değerleri, çift sayılı adımlı önşekillerdeki dış çap değerlerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni tek sayılı adımlı önşekillerde katlar arası kitlemenin olması, çift sayılı adımlı önşekillerde ise katlar arası kitlemenin olmamasıdır.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözüm uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekillerin normal koşul dış çap değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) dış çap değerleri arasında olduğu ve 1x1 adımlı 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekilin açılma koşulları (minimum - maksimum)

değerlerinin 2x1, 3x1 ve 4x1 adımlı 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekillerin açılma koşulları (minimum - maksimum) değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4.5.2.3. Sıklık Verilerinin Genel Değerlendirilmesi

- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2x1 ve 4x1 önşekillerde katlar arası kesişme olmamıştır ve katman sayısı arttıkça her bir katın bir önceki kata basınç uyguladığı gözlemlenmiştir. Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 1x1 ve 3x1 önşekillerde ise tamamı ile katlar arası kilitlemeli bir yapı oluşmuştur. Adım sayısı 3x1 olan yapı daha uzun atlamalı olması nedeni ile birim hücre boyutlarının daha büyük olmasına ve yapının oluştuğu bölgede aksiyal ipliklere uyguladığı basınç nedeni ile aksiyal iplikleri birbirine yakınlaştırarak sıklığın artmasına yol açmıştır.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça saç örgü sıklık değerlerinde bir değişimin olmadığı gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, normal koşul sıklık değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) sıklık değerleri arasında olduğu ve normal koşul ile açılma koşulları (minimum - maksimum) saç örgü sıklık değerlerinin değişmediği gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) saç örgü sıklık değerlerinde önemli bir değişimin olmadığı gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekillerin normal koşul saç örgü sıklık değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) saç örgü sıklık değerleri arasında olduğu ve genel olarak minimum koşuldaki saç örgü sıklık değerlerinin maksimum koşuldaki saç örgü sıklık değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça aksiyal sıklık değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, normal koşul aksiyal sıklık değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) aksiyal sıklık değerleri

arasında olduğu ve minimum koşuldaki aksiyal sıklık değerlerinin maksimum koşuldaki aksiyal sıklık değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) aksiyal sıklık değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekillerin normal koşul aksiyal sıklık değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) aksiyal sıklık değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki aksiyal sıklık değerlerinin maksimum koşuldaki aksiyal sıklık değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.2.4. Açı Verilerinin Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça normal koşul ve açılma koşulları (minimum - maksimum) yüzey açısı değerlerinde belirgin bir artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, normal koşul yüzey açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) yüzey açısı değerleri arasında olduğu ve maksimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) yüzey açısı değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekillerin normal koşul yüzey açısı değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) yüzey açısı değerleri arasında olduğu ve maksimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerlerinde önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, normal koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca minimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin, maksimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A örneşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinde artış olduğu çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinde ise önemli bir değişikliğin olmadığı gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A örneşekillerin normal koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca minimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin, maksimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça helis açısı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, normal koşul helis açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) helis açısı değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki helis açısı değerlerinin maksimum koşuldaki helis açısı değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A örneşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) helis açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiş, çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) helis açısı değerlerinde ise azalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) helis açısı değerlerinin, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) helis açısı değerlerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A örneşekillerin normal koşul helis açısı değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) helis açısı değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki helis açısı değerlerinin maksimum koşuldaki helis açısı değerlerinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.2.5. Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça iplik yüzey uzunluğu ve saç örgü iplik uzunluğu değerlerinde önemli bir artış, yüzey ark uzunluğu değerlerinde hafif bir artış, toplam iplik uzunluğu değerlerinde ise önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, normal koşul iplik uzunluk değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) iplik uzunluk değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca maksimum ve minimum koşul iplik uzunluk değerlerinin birbirlerine çok yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

4.5.2.6. Poisson Oranı (ν) Ölçüm Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça maksimum ve minimum koşul Poisson oranı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- Geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)S + 1Kat A önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) maksimum ve minimum koşul Poisson oranı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.3. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekiller (Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Sonuçların Genel Değerlendirilmesi

4.5.3.1. Yapıların Genel Değerlendirilmesi

- Üç boyutlu (3D) dairesel Bilişik yönteminde $+0$ yönündeki iplikler zig-zag (Z şeklinde) formunda komşu iplik setleri ile kesişme yaparak yapıya tutunurken, aynı şekilde -0 yönündeki iplikler zig-zag (S şeklinde) formunda komşu iplik setleri ile kesişme yaparak yapıya tutunduğu gözlemlenmiştir. Çap doğrultusunda düşünülecek olursa $+0$ yönündeki iplik setleri saat ibresinin tersi yönünde, -0 yönündeki iplik setlerinin ise saat ibresi yönünde yapı içerisinde kesişme yaptığı gözlemlenmiştir. İnce yapılarda (2Kat(3Kat) - 3Kat(4Kat)) zig-zag şeklindeki (Z ve S) kesişmeler yapı yüzeyinin düzleminde yer aldığı

gözlemlenmiştir. Kalın yapılarda (4Kat(5Kat) - 9Kat(10Kat)) ise zig-zag şeklindeki (Z ve S) kesişmeler yapının kalınlığında bir arada olduğu ve yapının düzlem dışında (out-of plane) yer aldığı tespit edilmiştir. Saç örgü iplik setleri, geleneksel üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü yapılarda yapının iç yüzeyinden kalınlığına ve oradan da dış yüzeyine, yapının dış yüzeyinden yapı kalınlığına ve oradan da iç yüzeyine hareket ederken bu hareket yapının uzunluğu boyunca helis formunda gerçekleşmektedir. Yani saç örgü ipliği yapıyı çepe çevre dolaşarak, düzlemde (iç ve dış yüzey) ve düzlem dışında (helis formunda) yer aldığı gözlemlenmiştir. Fakat Bilişik yönteminde + ve - saç örgü iplikleri düzlemde (iç ve dış yüzey) ve düzlem dışında zig-zag şeklinde (Z ve S) kesişmeler yaparak yapı oluşurken bu iplikler yapı uzunluğu boyunca geleneksel saç örgülü yapılara göre farklı bir helis meydana getirmektedir.

- Bilişik yöntemi ile üretilen 1x1 ve 3x1 adımlı önşekillerde, katlarıyla tamamı ile kesişmeli entegre olmuş bir yapı elde edilmiştir.
- Ancak 2x1, 4x1 ve 6x1 adımlı önşekillerde ise katlar arası bağlantılı bir yapı elde edilmemiştir ve bu çift adımlı yapılar, çok katmanlı eş merkezli iç içe geçmiş silindirik (concentric cylinder) yapı formunda kendini göstermiştir.
- Bilişik yönteminde yapı iplik kesişmeleri yoluyla formlanırken saç örgü ringlerinin sürekli bir yönde dönmesinden dolayı formlanan yapıda artık (residual) torsiyon (torsion) enerjisi oluşmuştur ve bu artık torsiyon enerjisinin oluşması nedeni ile yapıda bir yönde dönme eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Bu da yapı üzerindeki artık enerjilerin uzaklaştırılması ve boyutsal dengenin sağlanması için gereklidir.

4.5.3.2. Boyutsal Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirilmesi

- 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça normal koşul altındaki dış çap değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı Bilişik önşekillerin normal koşul dış çap değerlerinin, minimum ve maksimum koşul dış çap değerleri arasında olduğu ve maksimum koşul dış çap değerlerinin minimum koşul dış çap değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımlı (1x1 ve 3x1) önşekillerin dış çap değerlerinde hafif bir artış olduğu, çift sayılı adımlı (2x1, 4x1 ve 6x1) önşekillerin dış çap değerlerinde ise önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal koşul dış çap değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) dış çap değerleri arasında olduğu ve önşekillerin maksimum koşul dış çap değerlerinin minimum koşul dış çap değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.3.3. Sıklık Verilerinin Genel Değerlendirilmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça sıklık değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul sıklık değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) sıklık değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki sıklık değerlerinin maksimum koşuldaki sıklık değerlerinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) sıklık değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Çift sayılı adımların (2x1, 4x1 ve 6x1) sıklık değerlerinde ise önemli bir değişim olmadığı tespit edilmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal koşul sıklık değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) sıklık değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki sıklık değerlerinin maksimum koşuldaki sıklık değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.3.4. Açı Verilerinin Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça yüzey açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul yüzey açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) yüzey açısı değerleri arasında olduğu ve maksimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.

- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) yüzey açısı değerlerinde herhangi bir değişim olmadığı gözlemlenmiş olup, çift sayılı adımların (2x1, 4x1 ve 6x1) yüzey açısı değerlerinde ise hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde, maksimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerlerinde belirgin bir değişim gözlemlenmemiştir. Ancak 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında kat sayısının artması ile saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerlerinin belli bir değere yakınsandığı tespit edilmiştir.
- 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerlerinin maksimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, genel olarak tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerlerinde hafif bir artış olduğu, çift sayılı adımların (2x1, 4x1 ve 6x1) saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça helis açısı değerlerinde belirgin bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul helis açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) helis açısı değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki helis açısı değerlerinin maksimum koşuldaki helis açısı değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) helis açısı değerlerinde herhangi bir

değişim olmadığı gözlemlenmiş, çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) helis açısı değerlerinde ise belirgin bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerin normal koşul helis açısı değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) helis açısı değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki helis açısı değerlerinin maksimum koşuldaki helis açısı değerlerinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.3.5. Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça iplik yüzey uzunluğu değerlerinde ve saç örgü iplik uzunluğu değerlerinde önemli bir artış olduğu, yüzey ark uzunluğu değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Toplam iplik uzunluğu değerlerinde ise önemli bir artış olduğu tespit edilmiştir.
- 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul iplik uzunluk değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) iplik uzunluk değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca maksimum ve minimum koşul iplik uzunluk değerlerinin birbirlerine çok yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

4.5.3.6. Poisson Oranı (ν) Ölçüm Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça maksimum koşul Poisson oranı değerleri ve minimum koşul Poisson oranı değerlerinde önemli bir artış eğilimi olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel saç örgülü 2Kat(3Kat) önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) maksimum koşul Poisson oranı değerlerinde ve minimum koşul Poisson oranı değerlerinde hafif bir artış olduğu, çift sayılı adımların (2x1, 4x1 ve 6x1) ise özellikle minimum koşul Poisson oranı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.4. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Çözümlü Uzantılı Saç Örgülü Önşekiller (Çözümlü Uzantılı Bilişik Yöntemi) İçin Elde Edilen Sonuçların Genel Değerlendirilmesi

4.5.4.1. Yapıların Genel Değerlendirilmesi

- Genel olarak yeni geliştirilen üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı önşekillerde, $\pm\theta$ saç örgü iplikleri zig-zag formunda komşu ipliklerle helis formu oluşturmadan kesişme yaparak (yapının iç yüzeyinden dış yüzeyine ve dış yüzeyinden iç yüzeyine hareketle) iplik setlerinin kilitlendiği gözlemlenmiştir. Saç örgü ipliklerinin bulunduğu yerde iki komşu iplik seti arasında yapmış olduğu zig-zag formlu kesişmelerin yapı uzunluğu boyunca devam ederken çözümlü ipliklerini yapı içinde buldukları yerde kilitleyerek çözümlü uzantılı saç örgülü önşekili ortaya çıkardıkları anlaşılmıştır.
- Çözümlü uzantılı Bilişik yöntemi ile üretilen 1x1 ve 3x1 adımlı önşekillerde, katlarıyla tamamı ile kesişmeli entegre olmuş bir yapı elde edilmiştir. Çözümlü uzantı iplikleri de bu kesişmeli katlar arasından geçmiştir.
- Ancak 2x1, 4x1 ve 6x1 adımlı önşekillerde ise katlar arası bağlantılı bir yapı elde edilmemiştir, çözümlü uzantı iplikleri de bu katlar arasından geçmiştir ve bu çift adımlı yapılar, çok katmanlı eş merkezli iç içe geçmiş silindirik (concentric cylinder) yapı formunda kendini göstermiştir.
- Çözümlü uzantılı Bilişik yönteminde yapı iplik kesişmeleri yoluyla formlanırken saç örgü ringlerinin sürekli bir yönde dönmesinden dolayı formlanan yapıda artık (residual) torsiyon (torsion) enerjisi oluşmuştur ve bu artık torsiyon enerjisinin oluşması nedeni ile yapıda bir yönde dönme eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Bu da yapı üzerindeki artık enerjilerin uzaklaştırılması ve boyutsal dengenin sağlanması için gereklidir.

4.5.4.2. Boyutsal Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirilmesi

- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça normal koşul altındaki dış çap değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

- 1x1 adım sayılı önşekillerin normal koşul dış çap değerlerinin, minimum ve maksimum koşul dış çap değerleri arasında olduğu ve minimum koşul dış çap değerlerinde hafif bir artış olurken maksimum koşul dış çap değerlerinde daha büyük bir artış olduğu tespit edilmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) dış çap değerlerinde azalma olduğu, çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) dış çap değerlerinde ise önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak 1x1 adım sayılı önşekilin normal koşul ve açılma koşulları (minimum - maksimum) dış çap değerleri, 2x1, 3x1 ve 4x1 adım sayılı önşekillerin dış çap değerlerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir.

4.5.4.3. Sıklık Verilerinin Genel Değerlendirilmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözgü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça sıklık değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözgü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul sıklık değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) sıklık değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki sıklık değerlerinin maksimum koşuldaki sıklık değerlerinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) sıklık değerlerinde hafif bir azalma olduğu tespit edilmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A önşekillerin normal koşul sıklık değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) sıklık değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki sıklık değerlerinin maksimum koşuldaki sıklık değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözgü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça aksiyal sıklık değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.

- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul aksiyal sıklık değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) aksiyal sıklık değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A örnekte adim sayısı arttikça, tek sayılı adimlerin (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adimlerin (2x1 ve 4x1) aksiyal sıklık değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A örnekte normal koşul aksiyal sıklık değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) aksiyal sıklık değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki aksiyal sıklık değerlerinin maksimum koşuldaki aksiyal sıklık değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.4.4. Açık Verilerinin Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttikça yüzey açısı değerlerinde belirgin bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul yüzey açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) yüzey açısı değerleri arasında olduğu ve maksimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A örnekte adim sayısı arttikça, tek sayılı adimlerin (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adimlerin (2x1 ve 4x1) yüzey açısı değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A örnekte normal koşul yüzey açısı değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) yüzey açısı değerleri arasında olduğu ve maksimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinin minimum koşuldaki yüzey açısı değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttikça saç örgü açısı (düzlem dışı açı) değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.

- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum ve minimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin birbirlerine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Minimum koşuldaki saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin maksimum koşuldaki saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A örnekte adımların sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinde hafif bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A örnekte normal koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Minimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinin, maksimum koşul saç örgü açısı (düzlem dışı açısı) değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça helis açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul helis açısı değerlerinin açılma koşulları (minimum - maksimum) helis açısı değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki helis açısı değerlerinin maksimum koşuldaki helis açısı değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A örnekte adımların sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) helis açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A örnekte normal koşul helis açısı değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) helis açısı değerleri arasında olduğu ve minimum koşuldaki helis açısı değerlerinin maksimum koşuldaki helis açısı değerlerinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü örnekte aksiyal açısının 0° olması gerekirken, kesişme şeklinden dolayı aksiyal ipliği kilitleyen

iplikler, aksiyal iplik setlerinde uzunluk boyunca konum değişikliğine sebep olmasından dolayı aksiyal açısı ortaya çıkmıştır.

- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça aksiyal açısı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul aksiyal açısı değerlerinin açılma koşulları aksiyal açısı değerleri arasında olduğu ve maksimum koşuldaki aksiyal açısı değerlerinin minimum koşuldaki aksiyal açısı değerlerinden daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) ve çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) aksiyal açısı değerlerinde hafif bir artış olduğu gözlemlenmiştir.
- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözümlü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B + 1Kat A önşekillerin normal koşul aksiyal açısı değerlerinin, açılma koşulları (minimum - maksimum) aksiyal açısı değerleri arasında olduğu ve maksimum koşuldaki aksiyal açısı değerlerinin minimum koşuldaki aksiyal açısı değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.4.5. Temsili İplik Uzunluk Ölçüm Verilerinin Genel Değerlendirmesi

- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça iplik yüzey uzunluğu ve saç örgü iplik uzunluğu değerlerinde önemli bir artış, yüzey ark uzunluğu değerlerinde hafif bir artış, toplam iplik uzunluğu değerlerinde ise önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir.
- 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, normal koşul iplik uzunluk değerlerinin açılma koşulları iplik uzunluk değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca maksimum ve minimum koşul iplik uzunluk değerlerinin birbirlerine çok yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

4.5.4.6. Poisson Oranı (ν) Ölçüm Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi

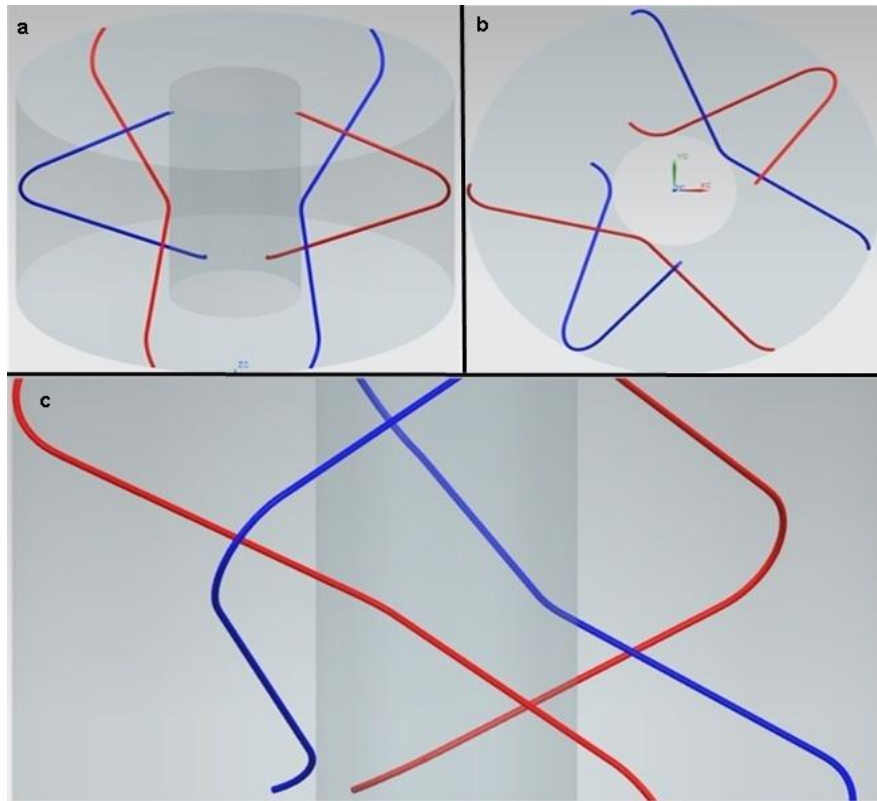
- Genel olarak 1x1 adım sayılı çözümlü uzantılı Bilişik saç örgü yapılarında, kat sayısı arttıkça maksimum ve minimum koşul Poisson oranı değerlerinde önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

- Bilişik üç boyutlu (3D) dairesel çözgü uzantılı saç örgülü 2Kat(3Kat)B 1Kat A önşekillerde adım sayısı arttıkça, tek sayılı adımların (1x1 ve 3x1) maksimum ve minimum koşul Poisson oranı değerlerinde artış olduğu, çift sayılı adımların (2x1 ve 4x1) maksimum ve minimum koşul Poisson oranı değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Genellikle maksimum koşul Poisson oranı değerlerinin, minimum koşul Poisson oranı değerlerinden yüksek çıktığı tespit edilmiştir.

4.5.5. İplik Yörüngelerinin Değerlendirilmesi

4.5.5.1. Geleneksel Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekillerin İplik Yörüngelerinin Genel Değerlendirmesi

Şekil 4.135'de geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü ve çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekillerin iplik yörüngesi bilgisayar çizimleri verilmiştir.

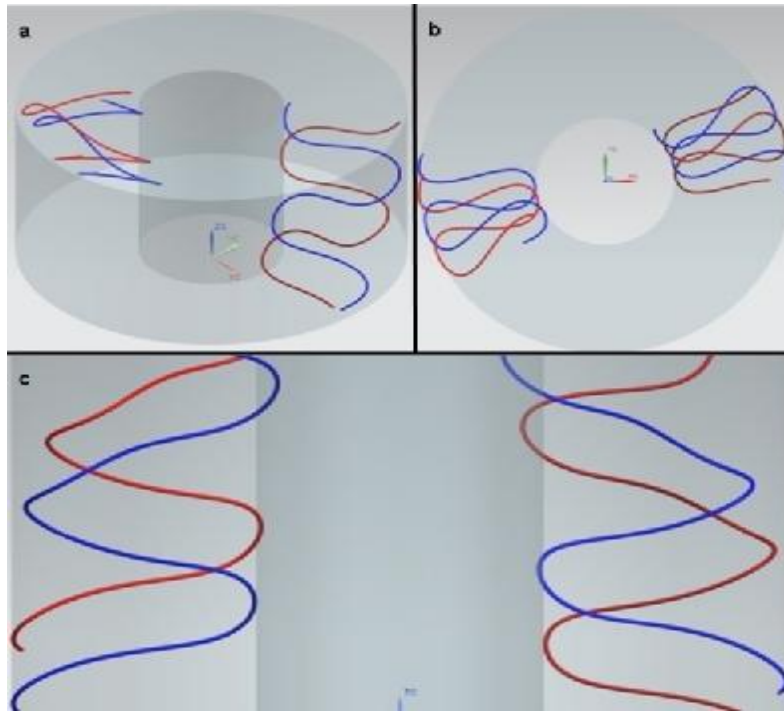


Şekil 4.135. Geleneksel üç boyutlu dairesel saç örgülü ve çözgü uzantılı saç örgülü 1x1 önşekiller için iplik yörüngesinin a) perspektif b) üst c) yüzey görüntüleri bilgisayar çizimleri.

- En iç çaptaki $+θ$ saç örgü ipliği silindirik yapının kalınlığı boyunca açısız olarak ilerleyerek (through-the-thickness) yapının dış çapına gelmektedir ve buradan da tekrar yapının kalınlığı boyunca en iç çapa kadar açısız olarak hareket ederek bir tam yörüngeyi tamamladığı tespit edilmiştir.
- En dış çaptaki $-θ$ saç örgü ipliği silindirik yapının kalınlığı boyunca açısız olarak ilerleyerek (through-the-thickness) yapının iç çapına gelmektedir ve buradan da tekrar yapının kalınlığı boyunca en dış çapa kadar açısız olarak hareket ederek bir tam yörüngeyi tamamladığı tespit edilmiştir.
- Ayrıca $±θ$ saç örgü iplik yörüngeleri silindirik yapının iç ve dış çevresi boyunca helis oluşturarak yörüngelerini korudukları gözlemlenmiştir.

4.5.5.2. Yeni Geliştirilen Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgülü Önşekillerin (Bilişik Yöntemi) İplik Yörüngelerinin Genel Değerlendirilmesi

Şekil 4.135'de Bilişik yöntemli ve çözgü uzantılı Bilişik yöntemli 1x1 önşekillerin iplik yörüngesi bilgisayar çizimleri verilmiştir.



Şekil 4.136. Bilişik yöntemli ve çözgü uzantılı Bilişik yöntemli 1x1 önşekiller için iplik yörüngesinin a) perspektif b) üst c) yüzey görüntüleri çizimleri.

- + θ sa örgü ipliği silindirik yapının en dış çapından açısal olarak yapının kalınlığı boyunca hareket ederek en iç çapa gelmektedir ve sonra en iç çaptan en dış çapa açısal olarak yapının kalınlığı boyunca hareket ederek bir tam yörüngeyi tamamladığı tespit edilmiştir.
- - θ sa örgü ipliği silindirik yapının en iç çapından açısal olarak yapının kalınlığı boyunca hareket ederek en dış çapa gelmektedir ve sonra en dış çaptan en iç çapa açısal olarak yapının kalınlığı boyunca hareket ederek bir tam yörüngeyi tamamladığı tespit edilmiştir.
- Ayrıca $\pm\theta$ sa örgü iplik yörüngeleri silindirik yapının uzunluğu boyunca buldukları yerde helis oluşturarak yörüngelerini tamamladıkları gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Bilisik, K., 2013. Three-dimensional braiding for composites: A review. **Textile Research Journal**, **83** (13): 1414-1436.
2. Dow, M., Dexter, H., 1997. Development of stitched, braided and woven composite structures. In: the ACT Program and at Langley Research Center (1985 to 1997). NASA/TP-97-206234.
3. Kamiya, R., Cheeseman, B. A., Popper, P., Chou, T. W., 2000. Some recent advances in the fabrication and design of three-dimensional textile preforms: a review. **Composites Science and Technology**, **60** (1): 33–47.
4. Ko, F., Chou, T., 1989. Textile Structural Composites. Elsevier Science & Technology Books, New York, 387 pp.
5. Chou, T., 1992. Microstructural Design of Fiber Composites. Cambridge University Press, Cambridge, 592 pp.
6. Hearle, J., 1994. Textiles for composites. **Textile Horizon**, **11** (1): 11-15.
7. Mouritz, A. P., Bannister, M. K., Falzon, P. J., Leong, K. H., 1999. Review of applications for advanced three-dimensional fibre textile composites. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, **30** (12): 1445-1461.
8. Ambrosio, L., Gloria, A., Causa, F., 2009. Composite materials for replacement of ligaments and tendons, pp. 234–254. *In: Biomedical Composites* (Eds. L. Ambrosio). Woodhead Publishing Ltd., Cambridge.
9. Popper, P., 1991. Braiding, pp. 130-147. *In: International Encyclopaedia of Composites* (Eds. S. Lee). VCH Publishers, New York.
10. Beyer, S., Schmidt, S., Maidl, F., Meistring, R., Bouchez, M., Peres, P., 2006. Advanced composite materials for current and future propulsion and industrial applications. **Advances in Science and Technology**, **50** (1): 174-181.
11. Zhang, Q., Beale, D., Adanur, S., Broughton, R., Walker, R., 1997. Structural analysis of a two-dimensional braided fabric. **Journal of the Textile Institute**, **88** (1): 41-52.

12. Yamamoto, T., Hirokawa, T., 1990. Advanced joint of 3D composite materials for space structure, pp. 1069-1077. *35th International SAMPE symposium, Anaheim, CA.*
13. Donnet, J., Bansal, R., 1990. Carbon Fibers. Marcel Dekker Inc, New York, 573 pp.
14. Bilisik, K., 2009. Multiaxis three-dimensional (3-D) woven and braided preform unit cells and implementation of possible functional characterization for biomedical applications. **Artificial Organs**, **33** (8): A101.
15. Uozumi, T., Iwahori, Y., Iwasawa, S., Yamamoto, T., 2001. Braiding technologies for airplane applications using RTM process, pp. 697-700. *Processing of the Seventh Japan International SAMPE Symposium, Tokyo, Japan.*
16. Furrow, K., 1996. Material property evaluation of braided and braided/woven wing skin blade stiffeners. NASA Contractor Report: 198303.
17. Ko, F., 1987. Braiding, pp. 519–528. *In: Engineered Materials Handbook* (Eds. M. M. Gauthier). ASM International, Ohio.
18. Bogdanovich, A., Mungalov, D., 2002. Recent advancements in manufacturing 3D braided preforms and composites. *Proceedings ACUN-4 Composite Systems-Macro Composites, Micro Composites, Nano Composites, Sydney, Australia.*
19. Bluck, B., 1969. High Speed Bias Weaving and Braiding. US patent 3426804, February 11, 1969.
20. Maistre, M., 1974. Process and Apparatus For Producing Wire Braids. US patent 1356524, June 12, 1974.
21. Florentine, R. A., 1983. Magnaweave process-from fundamentals to applications. **Textile Research Journal**, **53** (10): 620-623.
22. Weller, R., 1985. AYPEX: A new method of composite reinforcement braiding, 3D composite materials. NASA Conference Publication No 2420.
23. Popper, P., McConnell, R., 1987. A new 3D braid for integrated parts manufacture and improved delamination resistance- the 2-step process. *Proceedings of 32nd international SAMPE symposium and exhibition, Anaheim, CA, USA.*
24. Kostar, T. D., Chou, T.W., 1994. Microstructural design of advanced multi-step three-dimensional braided preforms. **Journal of Composite Materials**, **28**

- (13): 1180-1201.
25. Lee, S., 1990. *International Encyclopedia of Composites*. VHC Publisher Inc., New York, 532 pp.
 26. Grishanov, S., Meshkov, V., Omelchenko, A., 2009. A topological study of textile structures. part I: An introduction to topological methods. **Textile Research Journal**, **79** (8): 702-713.
 27. Brunnschweiler, D., 1954. The structure and tensile properties of braids. **Journal of the Textile Institute Transactions**, **45** (1): 55–77.
 28. Hu, J., 2008. *3-D Fibrous Assemblies: Properties, Applications and Modelling of Three-Dimensional Textile Structures*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 260 pp.
 29. Brunnschweiler, D., 1953. Braids and braiding. **Journal of the Textile Institute Proceedings**, **44** (9): 666–686.
 30. Akiyama, Y., Maekawa, Z., Hamada, H., Yokoyama, A., Uratani, Y., 1995. Braid and Braiding Method. US patent 5385077, January 3, 1995.
 31. Head, A., 2000. High Coverage Area Braiding Material for Braiding Structures. US patent 6112634, September 5, 2000.
 32. Rogers, C., Crist, S., 1997. Braided Preform for Composite Bodies. US patent 5619903, April 15, 1997.
 33. Wilden, K., Harris, C., Flynn, B., 1997. Advanced technology composite fuselage-manufacturing. The Boeing Company, NASA Contractor Report 4735, Seattle, Washington, USA.
 34. Foster-Miller Inc., 2001. (Web page: <http://www.qinetiq-na.com>). (Date accessed: February 2012).
 35. Brandt, J., Drechsler, K., Filsinger, J., 2001. Advanced textile technologies for the cost effective manufacturing of high performance composites. *RTO AVT Specialist Meeting On Low Cost Composite Structures, RTO-MP-069, Norway*.
 36. Fiber Innovations Inc. Technical Documents, 8 January 2002.
 37. Hamada, H., Fujita, A., Nakai, A., Yokoyama, A., Uozumi, T., 1995. New fabrication system for thick composites: A multireciprocal braiding system.

ASME Applied Mechanics Division Publications-AMD, 20 (1): 295-304.

38. Klein, J., Broughton, R., Beale, D., 1999. Braided Fabric and Method of Forming. US patent 5899134, May 4, 1999.
39. A&P Technology Inc., 2004. (Web page: <http://www.braider.com>). (Date accessed: February 2013).
40. Stover, E., Marck, W., Marfowitz, I., Mueller, W., 1971. Preparation of an omniweave-reinforced carbon-carbon cylinder as a candidate for evaluation in the advanced heat shield screening program, Report AFML-TR-70-283.
41. Florentine, R., 1982. Apparatus for Weaving a Three Dimensional Article. US patent 4312261, January 26, 1982.
42. Bilisik, K., Sahbaz, N., 2012. Structure-unit cell-based approach on three-dimensional representative braided preforms from four-step braiding: Experimental determination of effects of structure-process parameters on predetermined yarn path. **Textile Research Journal**, **82** (3): 220-241.
43. Pastore, C., 1988. A Processing Science Model for Three Dimensional Braiding. Drexel University, PhD Thesis, PA, USA.
44. Brown, R., 1988. Braiding Apparatus. US patent 2205861 A, May 31, 1988.
45. Brown, R., Ratliff, E., 1986. Method of Sequenced Braider Motion for Multi ply Braiding Apparatus. US patent 4621560, November 11, 1986.
46. Bilisik, A., 1998. Multiaxial and multilayered 8-step circular braided preform for composite application. *8th International Machine Design and Production Conference, Ankara, Turkey.*
47. Brown, R., 1985. Through-the-thickness braiding technology. *30th National SAMPE Symposium, Tokyo, Japan.*
48. Schneider, M., Pickett, A., Wulfhorst, B., 2000. A new rotary braiding machine and CAE procedures to produce efficient 3D braided textiles for composites. *45th International SAMPE Symposium, Long Beach, CA, USA.*
49. Tsuzuki, M., Kimbara, M., Fukuta, K., Machii, A., 1991. Three-dimensional Fabric Woven by Interlacing Threads with Rotor Driven Carriers. US patent 5067525, November 26, 1991.

50. Tsuzuki, M., 1994. Three Dimensional Woven Fabric with Varied Thread Orientations. US patent 5348056, September 20, 1994.
51. Uozumi, T., 1995. Braid Structure Body. US patent 5438904, August 8, 1995.
52. Brookstein, D., Rose, D., Dent, R., Dent, J., Skelton, J., 1996. Apparatus for Making a Braid Structure. US patent 5501133, March 26, 1996.
53. Brookstein, D. S., Skelton, J., Dent, J. R., Dent, R. W., Rose, D. J., 1994. Solid Braid Structure. US patent 5357839, October 25, 1994.
54. Brookstein, D., 1991. A comparison of multilayer interlocked braided composites with other 3D braided composites. *36th International SAMPE Symposium, Anaheim, USA*.
55. Mohamed, M., 1990. Three dimensional textiles. **American Scientist**, **78** (6): 530–541.
56. Temple, S., 1984. Woven Tubular Structure. US patent 0113196 A1, June 11, 1984.
57. Bilisik, K., 2011. Three-dimensional axial braided preforms: experimental determination of effects of structure-process parameters on unit cell. **Textile Research Journal**, **81** (20): 2095-2116.
58. Spain, R., 1990. Method for Making 3D Fiber Reinforced Metal/Glass Matrix Composite Article. US patent 4916997, April 17, 1990.
59. McConnell, R., Popper, P., 1988. Complex Shaped Braided Structures. US patent 4719837, January 19, 1988.
60. Li, D. S., Lu, Z. X., Chen, L., Li, J. I., 2009. Microstructure and mechanical properties of three-dimensional five-directional braided composites. **International Journal of Solids and Structures**, **46** (18-19): 3422–3432.
61. Langer, H., Pickett, A., Obolenski, B., 2000. Computer controlled automated manufacture of 3D braids for composite. *Euromat Symposium, Munich, Germany*.
62. Schneider, M., Pickett, A., Langer, H., 2000. Exemplary CAE design tools for textile reinforced composites by means of FE-analysis. *Euromat Symposium, Munich, Germany*.

63. Mungalov, D., Duke, P., Bogdanovich, A., 2007. High performance 3-D braided fiber preforms: design and manufacturing advancements for complex composite structures. **SAMPE Journal**, **43** (6): 53-60.
64. Mungalov, D., Bogdanovich, A., 2004. Complex shape 3-D braided composite preforms: structural shapes for marine and aerospace. **SAMPE Journal**, **40** (3): 7-21.
65. Chen, J., El-Shiekh, A., 1994. Construction and geometry of 6 step braided preforms for composites. *39th International SAMPE Symposium, Anaheim, CA, USA*.
66. Kostar, T., Chou, T., 1994. Process simulation and fabrication of advanced multistep 3-dimensional braided performs. **Journal of Materials Science**, **29**:2159-2167.
67. Bullock, D., Freitas, G., Hurley, W. J., Keough, K. E., Terrazzano, R., 1999. Braiding Machine Carrier with Clutch. US patent 5904087, May 18, 1999.
68. Steeger GmbH, 2011 (Web page: <http://www.steeger-usa.com>) (Date accessed: February 2012).
69. Moyer, J., 1988. Braider Carrier. US patent 4736668, April 12, 1988.
70. Brown, R., Ashton, C., 1990. Fiber Spool Apparatus. US patent 4903574, February 27, 1990.
71. El-Shiekh, A., Li, W., Hammad, M., 1992. Yarn Carrier Apparatus for Braiding Machines and the Like. US patent 5156079, October 20, 1992.
72. Kimbara, M., 1996. Yarn Tensioning Device for Textile Weaving Machines. US patent 5584223, December 17, 1996.
73. Voyer, G., Corneau, R., 1998. Spool Carrier for Delivering Yarn Under Tension. US patent 5732611, March 31, 1998.
74. Obelenski, B., Schneider, H., Brandt, J., 1994. A New Generation of Braiding Machines. Joint Project Run by the German Ministry of Research and Technology, No. 03 M 1051, Institute for Textiltechnik, RWTH, Aachen, Germany, 17 May 1994.
75. Naik, R., 1994. **TEXCAD- Textile Composite Analysis for Design: Version 1.0**

- User's Manual. NASA CR-4639, National Aeronautics and Space Administration, Hampton, VA.
76. Pochiraju, K., Chou, T., 1999. Three-dimensional woven and braided composites-I. A model for anisotropic stiffness prediction. **Polymer Composites**, **20** (4): 565–580.
 77. Nishimoto, H., Ohtani, A., Nakai, A., Hamada, H., 2010. Prediction method for temporal change in fiber orientation on cylindrical braided preforms. **Textile Research Journal**, **80** (9): 814-821.
 78. Long, A., 2001. Process modelling for liquid moulding of braided preforms. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, **32** (7): 941–953.
 79. Song, Y. S., Chung, K., Kang, T. J., Youn, J. R., 2004. Prediction of permeability tensor for three dimensional circular braided preform by applying a finite volume method to a unit cell. **Composites Science and Technology**, **64** (10–11): 1629–1636.
 80. Nasu, S., Ohtani, A., Nakai, A., Hamada, H., 2010. Deformation behavior and mechanical properties of braided rectangular pipes. **Composite Structures**, **92** (3): 752–756.
 81. Fujihara, K., Yoshida, E., Nakai, A., Ramakrishna, S., Hamada, H., 2007. Influence of micro-structures on bending properties of braided laminated composites. **Composites Science and Technology**, **67** (10): 2191–2198.
 82. Goyal, D., Tang, X., Whitcomb, J. D., Kelkar, A. D., 2005. Effect of various parameters on effective engineering properties of 2×2 braided composites. **Mechanics of Advanced Materials and Structures**, **12** (2): 113–128.
 83. Smith, L., Swanson, S., 1996. Effect of architecture on the strength of braided tubes under biaxial tension and compression. **Journal of Engineering Materials and Technology**, **118** (4): 478–484.
 84. Smith, L. V., Swanson, S.R., 1993. Response of braided composites under compressive loading. **Composites Engineering**, **3** (12): 1165–1184.
 85. Tsai, J. S., Li, S. J., Lee, L. J., 1998. Microstructural analysis of composite tubes made from braided preform and resin transfer molding. **Journal of Composite Materials**, **32** (9): 829-850.

86. Byun, J. H., 2000. The analytical characterization of 2-D braided textile composites. **Composites Science and Technology**, **60** (5): 705–716.
87. Yan, Y., Hoa, S. V., 2002. Energy model for prediction of mechanical behavior of 2-D triaxially braided composites, Part I: Model development. **Journal of Composite Materials**, **36** (8): 963-981.
88. Yan, Y., Hoa, S. V., 2002. Energy approach for prediction of mechanical behavior of 2-D triaxially braided composites Part II: Parameter analysis. **Journal of Composite Materials**, **36** (10): 1233-1253.
89. ABAQUS, Hibbitt, Karlsson, and Sorensen, Inc., Providence, RI, 1998..
90. Cox, B., Flanagan, G., 1997. Handbook of analytical methods for textile composites. NASA CR-4750, March 1997.
91. Byun, J. H., Chou, T. W., 1996. Process-microstructure relationships of 2-step and 4-step braided composites. **Composites Science and Technology**, **56** (3): 235–251.
92. Du, G. W., Chou, T. W., Popper, P., 1991. Analysis of three-dimensional textile preforms for multidirectional reinforcement of composites. **Journal of Materials Science**, **26** (13): 3438-3448.
93. Kostar, T. D., Chou, T. W., 2002, A methodology for cartesian braiding of three-dimensional shapes and special structures. **Journal of Materials Science**, **37** (13): 2811-2824.
94. Zhang, W., Ding, X., Li, Y., 2008. Calculation and design of parameters for four-step 3D braided preform with complex rectangular cross sections. **Journal of Industrial Textiles**, **38** (2): 139-150.
95. Zhang, W., Ding, X., Li, Y., 2007. Microstructure of 3D braided preform for composites with complex rectangular cross-section. **Journal of Composite Materials**, **41** (25): 2975-2983.
96. Chen, L., Tao, X. M., Choy, C. L., 1999. On the microstructure of three-dimensional braided preforms. **Composites Science and Technology**, **59** (3): 391–404.
97. Ko, F., 1985. Development of high damage tolerant, net shape composites through

- textile structural design. *Proceedings of 5th International Conference on Composite Materials ICCM-V, San Diego, CA, USA.*
98. Ko, F., Pastore, C., Structure and properties of an integrated three dimensional fabric for structural composites, pp. 428–439. *Recent Advances in Composites in the United States and Japan, ASTM STP 864, Philadelphia.*
 99. Kang, T. J., Kim, S., Jung, K., 2008. Prediction of mechanical properties of 3-D braided composite using CAD system. **Textile Research Journal**, **78** (2): 174-182.
 100. Byun, J. H., Chou, T. W., 1989. Modelling and characterization of textile structural composites: A review. **The Journal of Strain Analysis for Engineering Design**, **24** (4): 253-262.
 101. Zeng, T., Wu, L., Guo, L., Ma, L., 2005. A mechanical model of 3D braided composites with internal transverse crack. **Journal of Composite Materials**, **39** (4): 301–321.
 102. Zeng, T., Fang, D., Guo, L., Ma, L., 2005. A mechanical model of 3D braided composites with transverse and longitudinal cracks. **Composite Structures**, **69** (1): 117–125.
 103. Sun, H., Di, S., Zhang, N., Pan, N., Wu, C., 2003. Micromechanics of braided composites via multivariable FEM. **Computers & Structures**, **81** (20): 2021–2027.
 104. Zeng, T., Jiang, L., 2010. Mechanics analysis of 3D braided composites based on the helix geometry model. **Mathematical & Computational Applications** **15** (4): 883–888.
 105. Dong, J. W., Feng, M. L., 2010. Asymptotic expansion homogenization for simulating progressive damage of 3D braided composites. **Composite Structures**, **92** (4): 873–882.
 106. Sun, X., 2004. Micro-geometry of 3-D braided tubular preform. **Journal of Composite Materials**, **38** (9): 791-798.
 107. Wang, Y., Sun, X., 2001. Digital-element simulation of textile processes. **Composites Science and Technology**, **61** (2): 311–319.

108. Sun, X., Sun, C., 2004. Mechanical properties of three-dimensional braided composites. **Composite Structures**, **65** (3-4): 485–492.
109. Yu, X. G., Cui, J. Z., 2007. The prediction on mechanical properties of 4-step braided composites via two-scale method. **Composites Science and Technology**, **67** (3-4): 471–480.
110. Du, G. W., Ko, F. K., 1993. Unit cell geometry of 3-D braided structures. **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, **12** (7): 752-768.
111. Lei, C., Cai, Y. J., Ko, F., 1992. Finite element analysis of 3-D braided composites. **Advances in Engineering Software**, **14** (3): 187–194.
112. Kalidindi, S. R., Abusafieh, A., 1996. Longitudinal and transverse moduli and strengths of low angle 3-D braided composites. **Journal of Composite Materials**, **30** (8): 885-905.
113. Ko, F., 1986. Tensile strength and modulus of a three dimensional braid composite, pp. 392–403. *Composite Materials: Testing and Design (Seventh Conference)*, ASTM STP 893, Philadelphia.
114. Macander, A., Crane, R., Camponaschi, E. J., 1984. The fabrication, processing and characterization of multidimensionally braided graphite/epoxy composite materials. David Taylor Naval Ship Research and Development Centre, DTNSRDC/SME-84-66, July 1984.
115. Li, J., Jiao, Y., Sun, Y., Wei, L., 2007. Experimental investigation of cut-edge effect on mechanical properties of three-dimensional braided composites. **Materials & Design**, **28** (9): 2417–2424.
116. Ma, C., Yang, J., Chou, T., 1986. Elastic stiffness of three dimensional braided textile structural composites, pp. 404–421. *Composite Materials: Testing and Design (Seventh Conference)*, ASTM STP 893, Philadelphia.
117. Wang, Y., Wang, A., 1994. On the topological yarn structure of 3D rectangular and tubular braided performs. **Composites Science and Technology**, **51** (4): 575–586.
118. Wang, Y., Wang, A., 1995. Microstructure/property relationships in three-dimensionally braided fiber composites. **Composites Science and Technology**, **53** (2): 213–222.

119. Gu, B., Xu, J., 2004. Finite element calculation of 4-step 3-dimensional braided composite under ballistic perforation. **Composites Part B: Engineering**, **35** (4): 291–297.
120. Gu, B., Li, Y., 2005. Ballistic perforation of conically cylindrical steel projectile into three-dimensional braided composites. **AIAA Journal**, **43** (1): 426–434.
121. Gu, B., Ding, X., 2005. A refined quasi-microstructure model for finite element analysis of three-dimensional braided composites under ballistic penetration. **Journal of Composite Materials**, **39** (8): 685-710.
122. Sun, B., Liu, F., Gu, B., 2005. Influence of the strain rate on the uniaxial tensile behavior of 4-step 3D braided composites. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, **36** (11): 1477–1485.
123. Kuo, W., 1997. Topology of three-dimensionally braided fabrics using pultruded rods as axial reinforcements. **Textile Research Journal**, **67** (9): 623–634.
124. Li, W., Hammad, M., El-Shiekh, A., 1990. Structural analysis of 3-D braided preforms for composites part II: the two-step preforms. **Journal of The Textile Institute**, **81** (4): 515-537.
125. Li, W., 1990. On the Structural Mechanics of 3D Braided Preforms for Composites. North Carolina State University, Fiber and Polymer Science, Mars Mission Research Center, PhD Thesis, Raleigh, USA.
126. Xu, K., Xu, X. W., 2008. Finite element analysis of mechanical properties of 3D five-directional braided composites. **Materials Science and Engineering: A**, **487** (1-2): 499–509.
127. Sun, H. Y., Qiao, X., 1997. Prediction of the mechanical properties of three-dimensionally braided composites. **Composites Science and Technology**, **57** (6): 623–629.
128. Yang, J. M., Ma, C. L., Chou, T. W., 1986. Fiber inclination model of three-dimensional textile structural composites. **Journal of Composite Materials**, **20** (5): 472-484.
129. Chiu, C., Cheng, C., 2000. Progressive crush behavior in 3-D braided composite square tubes with various braiding parameters. **Polymers & polymer composites**, **8** (7): 461–470.

ÖZGEÇMİŞ

1. **Adı Soyadı** : Nesrin ŞAHBAZ KARADUMAN
2. **Doğum Tarihi** : 04.02.1984
3. **Unvanı** : Tekstil Yüksek Mühendisi
4. **İletişim Bilgileri**
 - Adres** : Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü 38039 Kayseri.
 - Telefon** : +90 352 207 66 66
 - Faks** : +90 352 437 57 84
 - E-posta** : nesrin38@gmail.com

5. **Öğrenim Durumu** :

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Tekstil Mühendisliği	Afyon Kocatepe Üniversitesi	2007
Y. Lisans	Tekstil Mühendisliği	Erciyes Üniversitesi	2009
Doktora	Tekstil Mühendisliği	Erciyes Üniversitesi	2013

6. **Yabancı Dil**

İngilizce

7. **Tezler**

Doktora Tezi, Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgüler ve Geometrik Karakteristikleri, (Danışman: Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK) Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye, 2013.

Yüksek Lisans Tezi, Üç Boyutlu (3D) Saç Örgülerin Topolojik Esaslı Geometrik Karakteristiği ve Birim Hücrelerinin Bilgisayar Uygulamaları, (Danışman: Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK) Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye, 2009.

8. Yayınlar

8.1. Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler (SCI & SCI- Exp.)

1. 2012, Bilisik K. and Sahbaz N., "Structure-Unit Cell Base Approach on Three Dimensional (3D) Representative Braided Preforms from 4-Step Braiding: Experimental Determination of Effect of Structure-Process Parameters on Predetermined Yarn Path", Textile Research Journal, 82(3), 220-241, DOI: 10.1177/0040517511404597. (SCI, A)
2. 2013, Bilisik K., Sahbaz Karaduman N., Bilisik N. E., Bilisik H. E., "Three Dimensional (3D) Fully Interlaced Woven Preforms for Composites", Textile Research Journal, DOI: 10.1177/0040517513487791, Available online. (SCI, A).
3. 2013, Bilisik K., Sahbaz Karaduman N, Bilisik N. E., Bilisik H. E., "Three Dimensional (3D) Various Weave Pattern Circular Woven Preform Structures", Textile Research Journal, DOI: 10.1177/0040517513499437, Available online. (SCI, A).

8.2. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler

1. 2011, Bilisik K. and Sahbaz N., "The geometric characterization of three dimensional (3D) braidings and computer application of their unit cell", pp.107-11, The 3rd World Conference on 3D Fabrics and Their Applications, Wuhan Textile University, April 20-21, Wuhan, China.

8.3. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

1. 2011, Bilisik K. and Sahbaz N., "Structure-unit cell base approach on three dimensional (3D) representative braided preforms from 4-step braiding: Experimental determination of effects of structure-process parameters on predetermined yarn path", pp. 383-391, 15. National machine theory symposium, UMTS, Niğde University, June 16-18, Niğde, Turkey.

9. Projeler

1. EUBAP, FBD-11-3689, *Araştırmacı*, Üç Boyutlu (3D) Dairesel Saç Örgüler ve Geometrik Karakteristikleri.

10. Araştırma Alanları

Tekstil Malzemeleri, Teknik Tekstiller, Üç Boyutlu Tekstil Yapısal Kompozitler.