T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖRDES DÜĞÜMÜ'NÜN MİMARLIKTA SAYISAL POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Defne Gül KAYAOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG

Temmuz, 2019

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖRDES DÜĞÜMÜ'NÜN MİMARLIKTA SAYISAL POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Defne Gül KAYAOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması çalışması 26.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

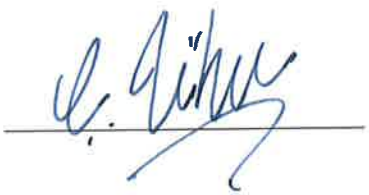
Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi



Prof. Dr. Meral ERDOĞAN, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi



Doç. Çetin TÜKER, Üye
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi



Danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Gördes Düğümü'nün Mimarlıkta Sayısal Potansiyellerinin Araştırılması başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Defne Gül KAYAOĞLU

İmza

Aileme

TEŞEKKÜR

Tez sürecim boyunca birikimlerini ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Togan Tong'a, tez sürecime katkıda bulunan değerli arkadaşlarım Gökhan Bunsuz, Gökhan Kıyıcı, Orhun Demirhan ve Hasan Taştan'a, yaşamımın her anında yanımda olup, her türlü fedakârlığı gösteren, tezimi hazırlamamda katkı sağlayan babam Memik Kayaoğlu ve annem Meltem Sevim Kayaoğlu'na çok teşekkür ederim.

Defne Gül KAYAOĞLU

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ ix

TABLO LİSTESİ xi

ÖZET xii

ABSTRACT xiv

1 Giriş 1

1.1 Literatür Özeti 1

1.2 Tezin Amacı 2

1.3 Hipotez 3

2 Yüzey Oluşturan Düğüm Türleri 4

2.1 Giriş 4

2.2 İki ve Üç Boyutlu Yüzey Oluşturan Düğüm Türlerinin Sınıflandırılması 4

2.2.1 Ağ 4

2.2.2 Makrome 5

2.2.3 Dantel 7

2.2.4 İran Düğümü 8

2.2.5 Gördes Düğümü 8

2.2.6 Jufti Düğümü 9

2.2.7 Tibet Düğümü 10

2.2.8 İspanyol Düğümü 11

2.2.9 Yüzey Oluşturan Düğüm Türlerinin Karşılaştırılması 12

2.3 İran ve Gördes Düğümü' nün Analizi 14

2.3.1 Gördes Düğümü 14

2.3.2 İran Düğümü 16

2.3.3 Gördes ve İran Düğümü'nün Karşılaştırılması 19

3 Mimarlık ve Dokuma- Örme Teknikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi 21

3.1 Mimaride Dokuma- Örme Tekniklerinin Kullanımı Üzerine Örnekler 21

3.1.1 İnka Asma Halat Köprüleri 22

3.1.2 Dissipate, AfrikaBurn 2015 23

3.1.3 Haduwa Sanat ve Kültür Enstitüsü 24

3.1.4 Pekin Ulusal Stadyumu 26

3.1.5 Uluslararası Zaragoza Fuarı Aragonese Pavyonu 27

3.1.6 Şangay 2010 Dünya Fuarı İspanya Pavyonu 28

3.1.7 Center Pompidou- Metz 29

3.1.8 Karşılaştırma 30

3.2 Dokuma ve Örme Tekniklerinin Mimaride Kullanımı Üzerine Sayısal Ortamda Yapılan Araştırmaların İncelenmesi 32

3.2.1 Ethnocomputation 32

3.2.2 Knitectonics 32

3.2.3 Spülenkorb 33

3.2.4 Karşılaştırma 34

4 Sayısal Ortamda Gördes Düğüm Tekniği ile Yüzey Oluşturma Denemesi 36

4.1 Gördes Düğümü'nün Sayısal Ortama Aktarımı 36

4.2 Parametrelerin Değiştirilmesi ile Oluşan Yüzey Denemelerinin İncelenmesi 48

4.3 Yüzeyin Mimari Kullanımına Dair Öneriler 58

5 Sonuç ve Öneriler 61

A Grasshopper'da Oluşturulan Betik 64

Kaynakça 65

Tezden Üretilmiş Yayınlar 68

KISALTMA LİSTESİ

1^g	Gördes Düğümü'ne ait çözgü ipi
1^i	İran Düğümü'ne ait çözgü ipi
2^g	Gördes Düğümü'ne ait ilme ipi
2^i	İran Düğümü'ne ait ilme ipi
l^g	Gördes Düğümü'ne ait genişlik
l^i	İran Düğümü'ne ait genişlik
m^g	Gördes Düğmü'ne ait yükseklik
m^i	İran Düğümü'nde düğüm atılan çözgü ipi hizasında yükseklik
n^g	Gördes Düğümü'nde iki düğüm arasındaki boşluğun yüksekliği
n^i	İran Düğümü'nde iki düğüm arasındaki boşluğun yüksekliği
O_1^g	Gördes Düğümü'nde 1^g numaralı ipin merkezi
O_2^g	Gördes Düğümü'nde 2^g numaralı ipin merkezi
O_1^i	İran Düğümü'nde 1^i numaralı ipin merkezi
O_2^i	İran Düğümü'nde 2^i numaralı ipin merkezi
p^i	İran Düğümü'nde ilme ipinin serbest kaldığı düğümün yüksekliği
r_1^g	Gördes Düğümü'nde 1^g numaralı ipin yarıçapı
r_2^g	Gördes Düğümü'nde 2^g numaralı ipin yarıçapı
r_1^i	Gördes Düğümü'nde 1^i numaralı ipin yarıçapı
r_2^i	Gördes Düğümü'nde 2^i numaralı ipin yarıçapı
t^g	Gördes Düğümü'nde iki düğüm arasındaki boşluğun genişliği
t^i	İran Düğümü'nde iki düğüm arasındaki boşluğun genişliği

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Ağ 5
Şekil 2.2 Makrome 6
Şekil 2.3 Dantel 7
Şekil 2.4 İran Düğümü 8
Şekil 2.5 Gördes Düğümü 9
Şekil 2.6 Jufti Düğümü 10
Şekil 2.7 Tibet Düğümü 11
Şekil 2.8 İspanyol Düğümü 11
Şekil 2.9 Gördes Düğümü'ne ait görseller 15
Şekil 2.10 Gördes Düğümü'ne ait üst ve yan görünüşler 16
Şekil 2.11 İran Düğümü'ne ait görseller 17
Şekil 2.12 İran Düğümü'ne ait üst ve yan görünüşler 19
Şekil 3.1 Köprü yapımında kullanılan halatların örülme aşaması 22
Şekil 3.2 İnka Asma Halat köprüsü 23
Şekil 3.3 Dissipate, AfrikaBurn 2015 24
Şekil 3.4 Haduwa Sanat ve Kültür Enstitüsü 25
Şekil 3.5 Halatların örülme biçimi 25
Şekil 3.6 Pekin Ulusal Stadyumu 27
Şekil 3.7 Aragonese Pavyonu 28
Şekil 3.8 Şangay 2010 Dünya Fuarı İspanya Pavyonu 29
Şekil 3.9 Center Pompidou- Metz 30
Şekil 3.10 Ethnocomputation Tezi sonucunda elde edilen prototipler 32
Şekil 3.11 Knitectonics projesi sonuç ürün ve yapısal öğeleri (solda), projenin mimari uygulaması için öneri (sağda) 33
Şekil 3.12 Spülenkorb projesine ait görsel (solda), önerilen projenin ölçeği (sağda) 34
Şekil 4.1 Gördes Düğümü'nün Grasshopper eklentisi ile tasarım süreci 37
Şekil 4.2 Gördes Düğümü'ne ait üst ve yan görünüşler 38
Şekil 4.3 Referans çizgisinin oluşturulması 39
Şekil 4.4 Referans çizgisinin noktalara bölünmesi ve kesit eğrisinin oluşturulması 39
Şekil 4.5 Noktaların konumlarının değiştirilebilmesi 40

Şekil 4.6 Dönel yüzey oluşturulması 40
Şekil 4.7 Lineer yüzey oluşturulması 41
Şekil 4.8 Düğüm aksının oluşturulması 42
Şekil 4.9 Aks kesitleme 42
Şekil 4.10 Ana düğüm yarı eğrisinin bulunması 43
Şekil 4.11 Ana düğümü aynalama ve birleştirme 44
Şekil 4.12 Dönel yüzey oluşturmak amacıyla çoğaltma ve birleştirme 44
Şekil 4.13 İp kalınlığı ve dönel yüzeye yerleşim 45
Şekil 4.14 Lineer yüzey oluşturmak amacıyla çoğaltma ve birleştirme 46
Şekil 4.15 Bölgesel seçim oluşturma 47
Şekil 4.16 Lineer yüzeyde dokumanın yerleşimi 47
Şekil 4.17 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, birinci durum 49
Şekil 4.18 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, ikinci durum 50
Şekil 4.19 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, üçüncü durum 51
Şekil 4.20 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, dördüncü durum 52
Şekil 4.21 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, beşinci durum 53
Şekil 4.22 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, altıncı durum 54
Şekil 4.23 Oluşan kesit eğrilerinin eğimi 55
Şekil 4.24 Düğümler arasındaki aralığın değişiminin modele etkisi 56
Şekil 4.25 Bölgesel seçim- ve farklı bağlanma değerlerinin modele etkisi 57
Şekil 4.26 Konik yüzeyde oluşturulan prototipe ait görseller 59
Şekil 4.27 Kürede oluşturulan prototipe ait görseller 59
Şekil 4.28 Lineer yüzeyde kullanım önerisi 59
Şekil 4.29 Dönel yüzeyde kullanım önerisi 60

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Düğüm Türlerinin Karşılatırılması 13

Tablo 2.2 İran ve Gördes Düğümleri'nin analizlerinin karşılaştırılması..... 20

Tablo 3.1 Mimaride dokuma- örme sistemlerinin kullanımı üzerine örneklerin karşılaştırılması 31

Tablo 3.2 Mimaride dokuma- örme sistemlerinin kullanımı üzerine sayısal ortamda yapılan araştırmaların incelenmesi 34

1
Giriş

1.1 Literatür Özeti

Örme ve dokuma sistemleri, sığınak, giysi gibi erken dönem yaşam araçlarından dokuma tezgahında otomasyona kadar her dönemde insan uygarlığıyla iç içedir. 'Teknoloji' ve 'tekstil' terimlerinin her ikisi de 'örgü', 'bağlanma' ve 'inşa etme' anlamına gelen Latince kelime ‘texere’den türetildiği için, dokuma kelimesinin kullanımının izi, tekstil ve mimarlık kelimelerinin kökenlerine kadar sürülebilmektedir [1].

Mimarlıkta dokuma tekniğinin kullanımından ilk kez 1851’de, Gottfried Semper’in kitabında bahsedilmektedir. İlkel kulübe yapımında duvarların çamur ve yapraklarla kaplı, destekleyici bir yapı oluşturmak için çeşitli boyutlarda ahşap parçalar, dallar ve bitkilerin iç içe geçmesiyle oluştuğu tarif edilmektedir [1]. Günümüzde hala örme ve dokuma sistemleri dünyanın çeşitli coğrafyalarındaki geleneksel mimaride kullanılmaktadır [2]. Bunun yanı sıra, tezde verilen örnekler arasında olan Pekin Ulusal Stadyumu, Uluslararası Zaragoza Fuarı Aragonese Pavyonu, Şangay 2010 Dünya Fuarı İspanya Pavyonu, Center Pompidou- Metz gibi çağdaş mimari örneklerde de dokuma ve örme teknikleri mimari bir öğe olarak kullanılmaktadır.

Düğümlerle ilgili referans kitaplarından biri olan 1944’te Clifford Warren Ashley tarafından yazılmış The Ashley Book of Knots kitabı tezde yer alan düğümlerin seçiminde ve betimlenilmesinde kaynak olarak kullanılmıştır.

Türkiye’de geleneksel dokumacılık üzerine yeterli araştırma ve geliştirme çalışmaları, Kültür Bakanlığı ve çeşitli üniversiteler aracılığıyla gerçekleşmektedir. Türkiye’de el sanatları üzerine yapılan çalışmalar küçümsenmemelidir ancak henüz bir envanter çalışması yapılmamıştır. Somut Olmayan Kültürel Miras Ulusal Envanteri Listesi ve T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığının “Türk El Dokuması Halı

Kataloğu" ile literatürde yer alan Gördes Düğümü bilinen en eski dokuma yöntemlerinden birisidir ve günümüzde halı dokumada kullanılan iki önemli tekniktendir. Sağlamlığı nedeniyle uzun yıllar kullanılabilen bu dokuma yöntemi, dünyada "Türk Düğümü" olarak bilinmektedir [3].

Tezde kullanılan "Mimari Yüzey" kuramı, Leatherbarrow ve Mostafavi'ye göre, yapının strüktürü ve cephesi arasındaki ilişkiyi anlatmaktadır. Kavramın mimari içeriği, John Ruskin, Viollet-le-Duc, Karl Bötticher, Gottfried Semper, Louis Sullivan, Adolf Loos ve Corbusier gibi mimarlar tarafından oluşturulmuştur. Yüzeyin bağımsızlığı, binanın yapısal ve yapısal olmayan unsurları arasında; örneğin, çerçeve ve kaplama arasında, bir ayrım olduğunda gerçekleşmektedir. Bu yüzeyler sayesinde yapı, hem özgünlüğünü hem de çevresi ile katılımını sağlar [31].

Dokuma ile üretilen yapılar düğümlerin çeşitli kombinasyonlarla tekrarından oluştuğu için örüntü olarak adlandırılmaktadır. Tasarım örüntüleri, 1994 tarihinde Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson ve John Vlissides tarafından yazılan Tasarım Örüntüleri: Tekrar kullanılabilir Nesneye Dayalı Yazılımın Temelleri adıyla yayınlanan kitap ile yaygınlaşmaya başlamıştır [32].

Bu çalışma kapsamında, düğüm tekniği sayısal ortama geçirilmesi konusunda Rizal Muslimin'in 2014 yılında tamamladığı Ethnocomputation isimli doktora tezi, yeni mekan oluşturma denemelerinde Xing, Esquivel, Collier, Tomaso ve Akleman tarafından yapılan Spülenkorb çalışması, malzeme seçiminin tasarıma etkisi konusunda Chaturvedi, Colmenares ve Mundim tarafından 2011 yılında yürütülen Knitectonics Projesi'nden yararlanılmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Bu tez, geleneksel dokuma ve mimari dokuma prensiplerinin disiplinler arasında nasıl uygulanabileceğine yönelik bir öneri oluşturarak dokumacılık ve mimarlığın kökenleri arasındaki güçlü bağı yeniden gözden geçirmeyi ve canlandırmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, Mimarlık alanında kullanılmak üzere, Gördes Düğümü isimli geleneksel düğümün tekniğinin sistematik çözümlemesi ve sayısal ortamda oluşturulması yoluyla mimari yüzey elde etme denemeleri yapılması,

Gördes Düğümü'nün araştırılması, günümüz olanaklarıyla geliştirilmesi ve kullanım alanının tekrar artması için önemlidir.

1.3 Hipotez

Geleneksel üretim yöntemlerinin günümüz teknolojisiyle tekrar yorumlanması, kültürel mirasın korunması ve üretim yöntemlerinin geliştirilmesi amacıyla çeşitli disiplinlerde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda, evrensel olarak kabul görmüş Gördes Düğümü'nün yeni tasarım ve üretim teknolojileri ile geliştirilmesi; farklı ölçeklerde ve disiplinlerde kullanım denemeleri yapılması literature katkı sağlayacaktır. Periyodik örüntülerden oluşan ve analog olarak üretilen Gördes Düğüm'ünün çözümlenmesi ve düğümde kullanılan kurallar dizisinin sayısal ortamda ele alınmasıyla; üç boyutlu, esnek, değişken yapıya sahip mimari mekan oluşturacak çeşitli formların üretiminde de kullanılabilir.

2
Yüzey Oluşturan Düğüm Türleri

2.1 Giriş

Düğüm, çeşitli malzemelerle değişik teknik ve biçimlerde hiçbir araç kullanılmadan el ile yapılan; ipte meydana gelen tesadüfi bükülmeler ve depolama amacıyla ipin sarılması dışındaki, karışıklıklardır. Düğümlerle oluşturulan dokusal yüzeyler teknik olarak, tek iplikli, iki ya da çok iplikli, küçük, sık, seyrek, sıkı, gevşek, açılır, açılmaz, hareketli ya da hareketsizdir [4]. Düğümlerin çeşitli kurallarla bir araya gelmesiyle ortaya çıkan dokuma ise; atkı ve çözgü adı verilen paralel ipliklerden oluşan iplik dizisinin, birbirlerine dik yönde kesişirken bir doku oluşturacak biçimde bağlanmalarıyla elde edilen tekstil yapısıdır. Dokuma boyunca giden dikey ipliklere çözgü, çözgülerin arasından geçen ve dokumanın enini oluşturan yatay ipliklere de atkı denir [5].

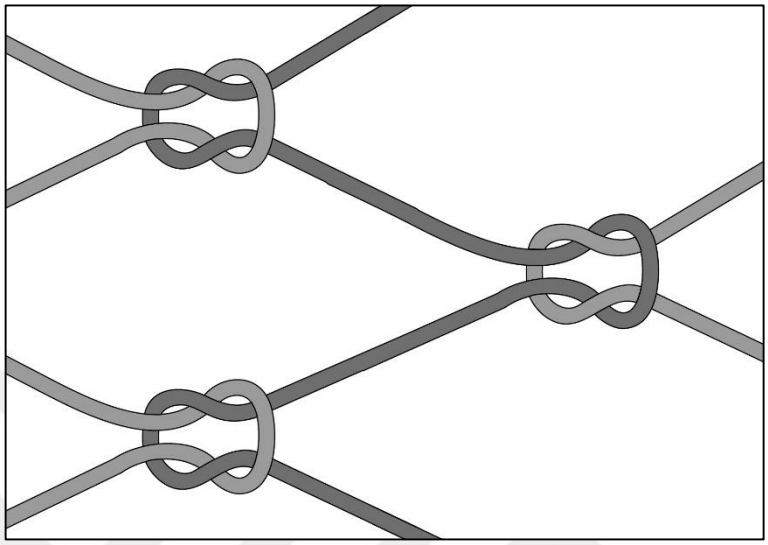
2.2 İki ve Üç Boyutlu Yüzey Oluşturan Düğüm Türlerinin Sınıflandırılması

Düğümlerle ilgili referans kitaplarından biri olan 1944'te Clifford Warren Ashley tarafından yazılmış The Ashley Book of Knots kitabı, bu bölümde yer alan düğümler için referans olarak seçilmiştir. Yaklaşık 3900 düğümün gösterimi ve sınıflandırılmasından oluşan kitap, 11 yılda tamamlanmıştır. Günümüzde farklı bölgelerde düğümlerin isimleri değişkenlik gösterdiği için, kitapta düğümlere verilen numaralar, uluslararası bilimsel tür/ cins anlatımında kullanılmaktadır [7].

2.2.1 Ağ

Ağlar iplik, halat veya sicim tarafından çevrilmiş bir dizi deliktir. Altıgen, üçgen, kare gibi kapalı bir şeklin köşelerinde yer alan düğümler ile şekillenmektedir (Şekil 2.1) [6].

İnsanoğlunun eline geçen ilk nesneyi bağlama gereksinmesinden doğan ilk yalın düğüm; zamanla düğüm dizilerinden oluşan ağlara: avlanmak için fileye, torbaya, göçebe topluluklarda çadır ve sepet yapımına, gemiciliğe, giyim kuşama girdikten sonra süsleme sanatında da geçerli bir unsura dönüştü [7].



Şekil 2.1 Ağ

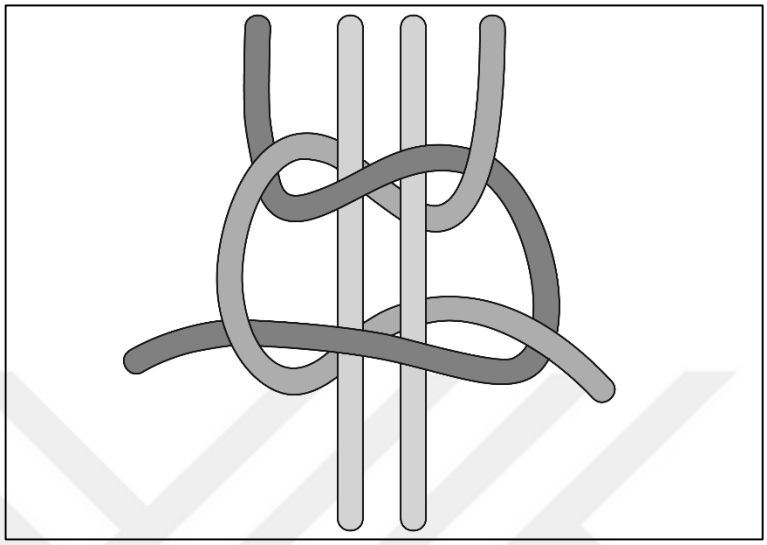
Ağ örgüsü, geçmişte yaygın olarak kullanılıyordu ve günümüzde de birçok farklı şekilde kullanılmaktadır. Binlerce yıldır olduğu gibi balık avında yaygın olarak kullanılan ağlar, günlük hayatta meyve ve sebzelerin hava dolaşımını sağlayarak daha uzun süre saklanabilmesi amacıyla tercih edilmektedir. Ayrıca, hamak ve koltuk gibi insanları rahat bir şekilde askıya almak için oturma ve yatma elemanı olarak da yaygın bir biçimde kullanılmaktadır [6,7].

Ağ düğümünün kullanım alanının oldukça yaygın olmasının nedeni, uygulamasının hızlı ve kolay olmasıdır. Ayrıca ağ örgüsü esnek olduğu için de tercih edilmektedir. Altıgen örgü ağlar daha kararlıdır. Çünkü, ağın gerildiği üç ana yönün her birinin yan uzunluğu ile sınırlandırılmışlardır [6].

2.2.2 Makrome

Makrome, özel bir araca gereksinim duyulmadan elle yapılan ve iplerin birbirleri arasından geçirilmesiyle meydana getirilen yüzey değerlendirmeleridir (Şekil 2.2). Bu örme sistemiyle, ince, uzun, kısa, yuvarlak, kare, oval, dikdörtgen yüzeyler oluşturulabilir. Düzgün olması için ya bir tahta çubuğa ya da halkaya gereksinim

vardır. Tek, çift, dörtlü ya da altılı olarak istenilen biçim ve kalınlıkta iplerle çeşitli teknikler uygulanarak değişik görüntü, boyut ve biçimde yüzeyler oluşturulur. Kangal, saçak, sarma, zincir, zar, aşk düğümü kullanılan başlıca düğüm çeşitleridir [4].



Şekil 2.2 Makrome

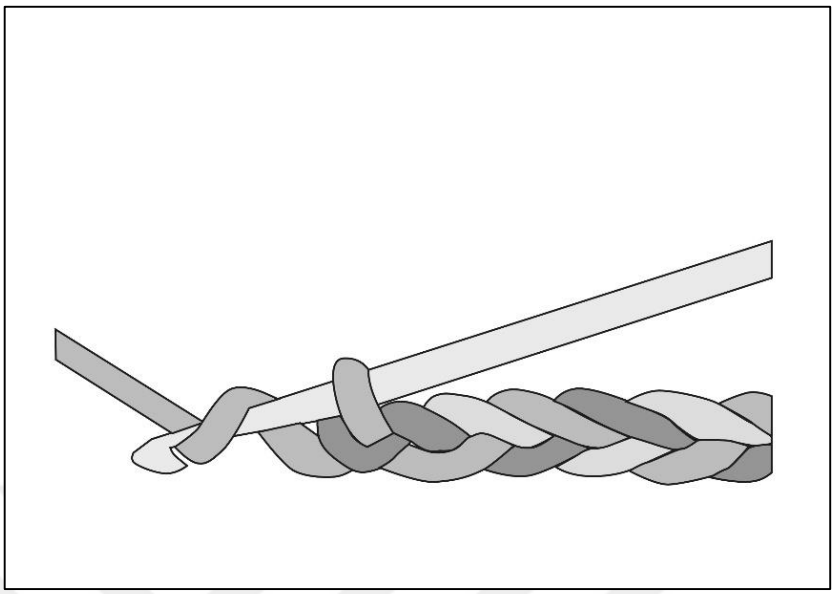
Arapça'da saçak anlamına gelen makrome, bu dilin konuşulduğu Arabistan coğrafyasında ortaya çıkmıştır ve uzun süre halıların bitim detaylarında kullanılmıştır. Haçlı Seferlerinden sonra Avrupa'da yayılan makrome, burada daha ince malzemeler kullanılarak estetik ve daha dayanıklı bir tekstil haline getirildi. Uzun zaman sunak örtüleri, kilise kıyafetleri gibi önemli törenler için üretilen tekstillerde kullanıldı. Louvre'da bulunan Paul Veronese tarafından yapılmış "Kanadalı Simon'un Akşam Yemeği adlı tabloda kare düğümlü makrome masa örtüsü kompozisyonun önemli bir bölümünü oluşturmaktadır [7].

Ayrıca, makrome parçaları, Joan Miró (1893-1983) gibi ünlü sanatçılar tarafından büyük duvarları süslemek amacıyla ya da fotoğrafları veya diğer resimleri çerçeveleyerek vurgu yapmak için kullanılmıştır [6].

2.2.3 Dantel

Dantel yapımında, iplikle bir ilmek (halka) oluşturulmaktadır. Sonra tığa sarılan iplik bu ilmeğin içinden geçirilerek çekilmektedir. Böylece oluşturulan ilmeklerden zincir adı verilen ilmek sıraları meydana getirilmektedir. İlmek sıralarının üst üste

farklı boyutlarda boşluklar bırakılarak örülmesi sonucu motifler oluşturulmaktadır (Şekil 2.3) [8].

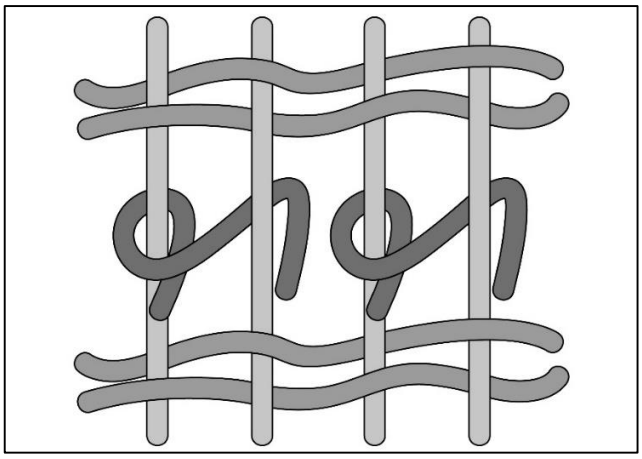


Şekil 2.3 Dantel

Tığ, iğne, mekik, firkete gibi araçlarla uygulanan oyaların, bordür veya motif olarak kendini taşıyabilecek şekilde tasarlanmış olanları vardır. İğne üzerine iplikle ilmik atarak ve iğneyle ipliği bu ilmik içinden çekerek yapılan iğne oyalarının, kare ve üçgen olmak üzere iki çeşitlemesi bulunmaktadır [8].

2.2.4 İran Düğümü

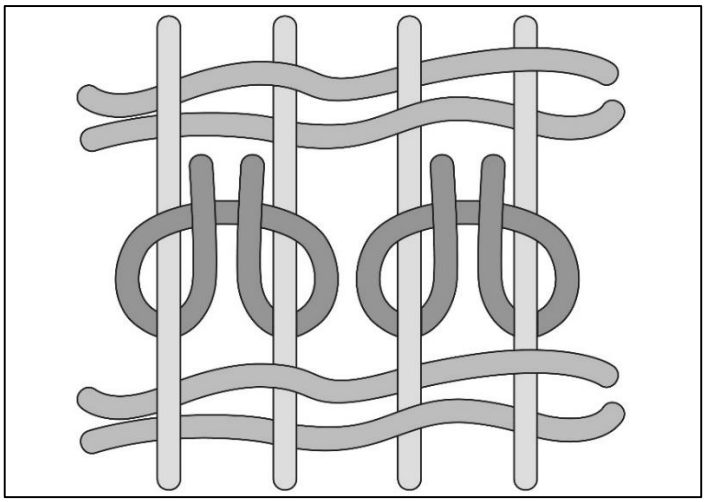
İran Düğümü, Sine Düğümü olarak da adlandırılan asimetrik bir tek düğümdür [9]. Bu düğümde, ilme ipi ön ya da arka çözgü teline bağlanarak diğer ucu çözgü ipinin arkasından önüne geçirilerek serbest bırakılmaktadır (Şekil 2.4). İran Düğüm'ünde ilme ipliklerinin uçları birbirine yakın olduğundan, halılar yumuşak ve renkleri daha parlak olur. İran düğümü bütün İran, Türkistan, Hint, Çin ve bazı Türk halılarında kullanılmıştır [10].



Şekil 2.4 İran Düğümü

2.2.5 Gördes Düğümü

Gördes Düğümü, Türk Düğümü olarak da adlandırılan simetrik bir çift düğümdür [9]. İlme ipliğinin, bir çözgü çiftinin etrafından dolanarak, uçları arkadan öne doğru alttan çıkarılması ile oluşur (Şekil 2.5). Türk düğümü ile dokunan halılar oldukça sağlam olur, halıda hav (düğümlerin arasındaki ipler kesildikten sonra yukarıda kalan iplikler) dökülmüş olsa bile desen aynı kilim görünüşünde halı yüzeyinde kalmaktadır [10].



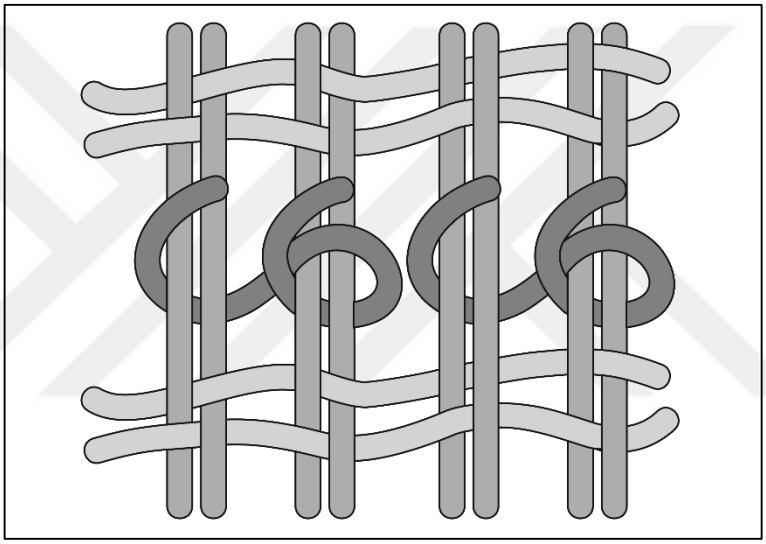
Şekil 2.5 Gördes Düğümü

Günümüzde geleneksel zanaatlardan biri olan Gördes Düğümü'nün uygulama alanı ve sayısı giderek azalmaktadır. Bu duruma dikkat çekmek amacıyla, 2018 yılında İKSV tarafından düzenlenen 4. İstanbul Tasarım Bienali'nde sergilenen "Zamanı

Google'da Durduran Dokumacılık" isimli çalışmaya katılan dokumacılara, Google'da "tekstil, Türkiye ve emek" anahtar kelimeleriyle aratma yapmaları ve bir saniye içerisinde Gördes Düğümü ile dokumak üzere bir görsel seçmeleri istendi. Bu çalışmanın amacı, gündemin hızla değiştiği çağdaş dünyada geleneksel zanaatın yeri üzerine bir tartışma başlatmaktır [36].

2.2.6 Jufti Düğümü

Jufti adı verilen bir diğer dokuma türü ise simetrik veya asimetrik olabilir. Bu düğümün farkı, düğümün iki yerine dört çözgü ipliği üzerine yerleştiriir. Atkı bir veya daha fazla sıraya yerleştirilir [11].



Şekil 2.6 Jufti Düğümü

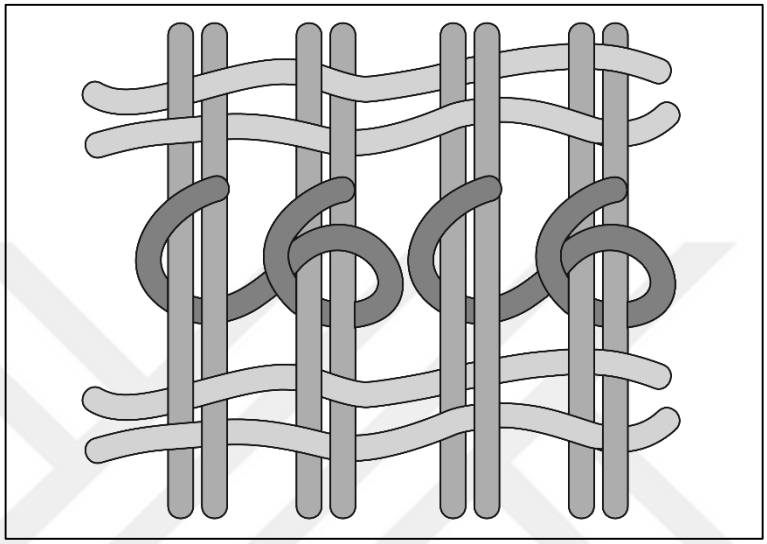
Bu düğümle halı örerken iş daha hızlı ilerlemektedir ancak, düğümdeki ilme sayısı azaldığı için diğer düğüm türlerine göre kalite düşmektedir. Halılar da daha az dayanıklı olma eğilimindedir ve yüzey bazen gevşek ve pürüzlü görünebilir. Jufti düğümü İran'daki Horasan halılarında yaygın olarak kullanılmıştır [11].

2.2.7 Tibet Düğümü

Tibet düğümü, diğer düğümlerden tamamen farklı bir yapıya sahiptir. Bu düğüm, halının genişliği boyunca çözgü önüne yerleştirilen geçici bir çubuk kullanılarak yapılmaktadır [12]. Sürekli bir iplik iki çözgü etrafına, daha sonra bir kere çubuğun

çevresine dolanır. Bir sıra bittiğinde, düğümleri oluşturmak için ilmekler kesilir (Şekil 2.7) [9].

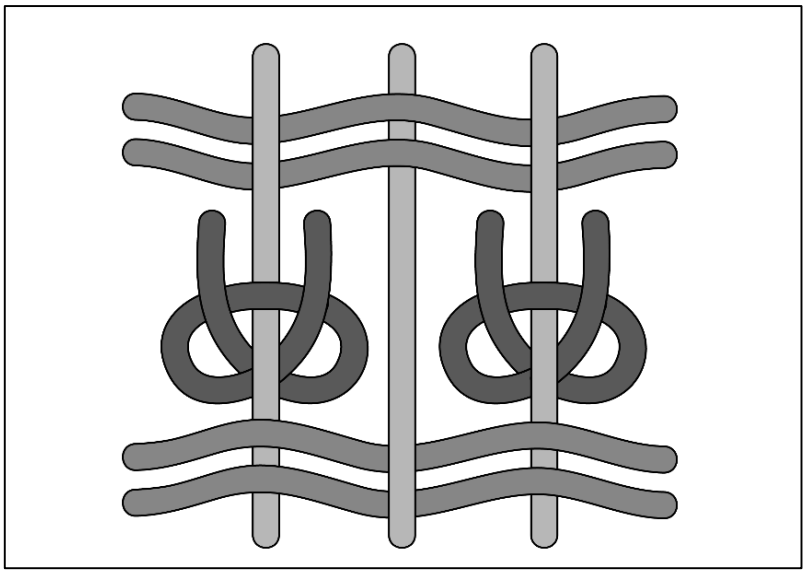
Uzun iplik daha sonra iki çözgü ipliği etrafına ve sonra çubuğun etrafına yerleştirilir. Tüm düğüm sırası yapıldığında, düğümün oluşturulması için çubuk etrafındaki halkalar kesilir. Bu düğüm türüne sahip tekstiller Anadolu'da, Asya'da Tibet bölgesi ve Afganistan'da üretilmektedir [12].



Şekil 2.7 Tibet Düğümü

2.2.8 İspanyol Düğümü

İspanyol Düğümü'nde düğüm ipliği çözgünün etrafında bir defa düğümlenerek uçları üste çıkarılır. Aynı sıradaki düğümler arasında birer tane boş çözgü bırakılır. Bir sırada düğümlenmiş olan çözgü diğer sırada boş bırakılır. Boş kalan çözgü de diğer sırada düğümlenir (Şekil 2.8). Daha çok Ortaçağ Avrupa duvar halılarında ve İspanya'da kullanılmıştır. Ayrıca Doğu Türkistan'ın eski kültür merkezlerinde bulunan halılarda bazı parçalar bu teknikle dokunmuştur [10].



Şekil 2.8 İspanyol Düğümü

2.2.9 Yüzey Oluşturan Düğüm Türlerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde günlük hayatta sıkça kullanılan ve bir araya gelince yüzey oluşturan düğüm türleri incelenmiştir. Bu düğüm türleri ağ, makrome, dantel, İran, Gördes, Jufti, Tibet ve İspanyol Düğümleridir. Spuybroek'a göre dantel, makrame, örme, dokuma gibi tekstil üretme teknikleri, mimari bir sonuç verebilecek yapısal ağlar üretmektedir. Bu tekniklerde, esnek elemanların birbirleriyle kontrol altında tutulduğu, yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya doğru alternatifli olduğu ve estetik bir sonuç ürettiği görülmektedir [33].

Tablo 2.1'de tez kapsamında ele alınan düğüm türlerinin incelemesi verilmiştir. Bu inceleme sonucunda, yüzey oluşturan düğüm türlerinin genellikle halı, kilim gibi mekanların zemin ve duvar kaplamalarında kullanılan tekstillerde uygulandığı görülmüştür. Ayrıca düğüm karmaşıklaştıkça dokumayı oluşturmak için dokumacının elleri tek başına yeterli olmamakta; ek araç ve sistemler gerekmektedir. Malzeme olarak iplik türleri tercih edilmiştir. Ayrıca bu bölüm kapsamında incelenen düğümlerin dantel hariç taşıyıcı özellik de gösterdiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, kendi kendini taşıyabilen ve yüzey oluşturan düğümler tarih boyunca farklı amaçlarla insanlar tarafından kullanılmıştır. Mekanı belirlemek için de kullanılan bu düğüm türlerinin farklılaştırılması ve yeniden değerlendirlmesi

sonucunda kendi kendini taşıyabilen mimari yüzeyler elde etmek amacıyla çeşitli örüntüler tasarlanablir.

Tezin ilerleyen bölümünde detaylı incelemek, analiz etmek üzere Gördes ve İran Düğümleri seçilmiştir. Bunun nedeni, yüzey oluşturan düğümlerin çoğunun halı ve kilim gibi örtü oluşturan yapılarda kullanılmak üzere özelleşmesi ve bu düğüm türlerinin en yaygın kullanılan iki ana düğüm türü olarak kabul edilmesidir.

Tablo 2.1 Düğüm türlerinin karşılaştırılması

Düğümün Adı	**Kullanım Amacı**	**Kullanım Alanı**	**Kullanılan Malzeme**	**Yapımında Kullanılan Alet ve Sistemler**
Ağ	taşıyıcı, süsleme	çadır, sepet, tekstil, hamak	iplik, halat veya sicim	-
Makrome	taşıyıcı, süsleme	halı, tekstil	iplik	Tahta çubuk veya halka
Dantel	süsleme	tekstil	iplik	Tığ, iğne, mekik, firkete
İran Düğümü	taşıyıcı, süsleme	halı	iplik	dokuma tezgahı
Gördes Düğümü	taşıyıcı, süsleme	halı	iplik	dokuma tezgahı
Jufti Düğümü	taşıyıcı, süsleme	halı	iplik	dokuma tezgahı
Tibet Düğümü	taşıyıcı, süsleme	halı	iplik	çubuk, dokuma tezgahı
İspanyol Düğümü	taşıyıcı, süsleme	halı	iplik	dokuma tezgahı

2.3 İran ve Gördes Düğümü' nün Analizi

Düğüm, MÖ. 6000 yıllarından günümüze kadar yaşamış olan medeniyetler için halı ve kilim yapımında önemli bir unsurdur. Dokumanın ortaya çıkışı, çözgü ipliklerinin gerilmesi ve ardından atkı ipliklerinin dik olarak yerleştirilmesiyle olmuştur. Halı ise, genellikle yün olan kısa ipliklerin, düğümlenerek kullanılmasıyla oluşturulmaktadır. Günümüzde iki ana düğüm türü kullanılmaktadır; Gördes Düğümü ve İran Düğümü. Simetrik bir iplik deseni üreten Gördes Düğümünde, her bir ipliğin uçları iki çözgü ipliğinin arasından geçer ve düğüm ile sıkıca kenetlenir. Asimetrik bir iplik deseni üreten İran Düğümünde ise; her bir ipliğin ucu farklı bir hareketle sabitlenir. İplik ucu öncelikle yarım düğüm ile iki çözgü ipi arasından, daha sonra basit bir sarma hareketiyle bir sonraki çözgü ipinin arasından çıkar [6].

2.3.1 Gördes Düğümü

Şekil 2.9'da görselleri verilen Gördes Düğümü adını Manisa'nın Gördes ilçesinden almaktadır. Halı yapımında en fazla kullanılan dokuma tekniğidir. Türk, Kafkas ve İngiliz halılarının neredeyse hepsinde ve Pers Halıları'nın büyük bir kısmında kullanılmaktadır [13].

Diğer asimetrik formlar, Roma dokumacıları tarafından tercih edilirken; Simetrik Gördes Düğümü, batı ve orta Asya dokumacıları arasında evrensedir. Altay Dağları'nda bulunan ve bilinen en eski dokuma halı örneği olan Pazırık Halısı, radyokarbon testleri sonucu MÖ. 5. Yüzyıla tarihlenmiştir. Halı, Gördes Düğümü kullanılarak dokunmuştur ve santimetrekaresinde 36 düğüm bulunmaktadır [14].

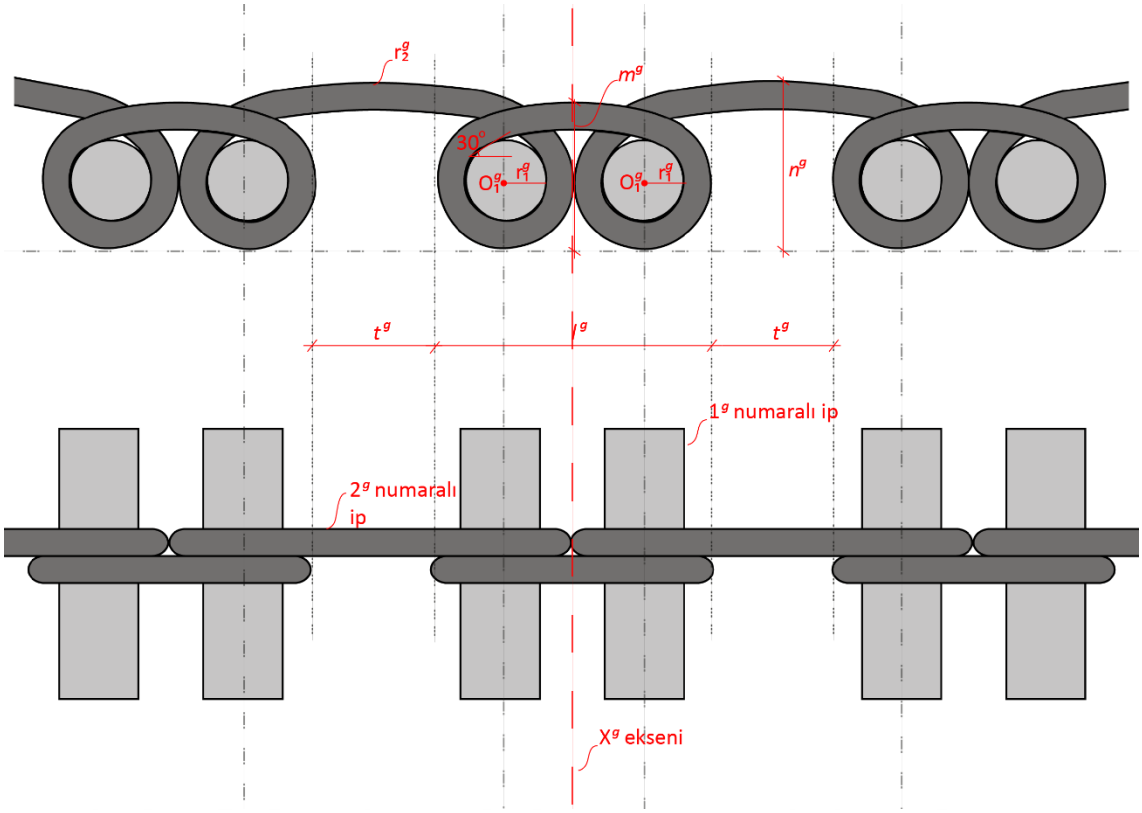
Gördes Düğümü iki bitişik çözgü ipliği üzerinden oluşturulmaktadır. Uzun bir ipliğin uçlarının çözgü ipliklerinin aralarından geçip birbirlerini kenetlemesi ile bir sıra düğüm oluşur. Çözgü iplikleri ikili kullanıldığında aynı düğüm sağa veya sola doğru genişleyerek daha az simetrik hale gelmektedir. Dokumanın her çözgü ipliği çiftine bir düğüm bağlanır. Sonraki sıralarda da aynı çözgü ipi çifti düğümlenerek bir arada tutulur. Çiftlerin ayrılması durumunda, düğümlerin oluşan dokumayı birbirine bağlaması nedeniyle daha avantajlı olmasına rağmen bu yöntem sadece düğümlerin çözgü yönünde daha kısa olduğu Türkmen halılarında görülür. Bu tekniğin amacı, 45 derecelik diyagonal çizgilere yumuşak bir kontur vermektir [13].



Şekil 2.9 Gördes Düğümü'ne ait görseller

Şekil 2.10'da Gördes Düğümü'ne ait üst ve yan görünüşler verilmiştir. Burada verilen 1^g numaralı ip çözgü ipidir. 2^g numaralı ip ise çözgü ipinin etrafından geçirilmesiyle düğümü oluşturan ilme ipidir. 1^g numaralı ipin merkezi O_1^g yarıçapı r_1^g; 2^g numaralı ipin yarıçapı ise r_2^g ile gösterilmiştir. Düğüm, 2^g numaralı ipin en az 30°'lik açı yaparak 1^g numaralı iplere şekilde gösterildiği gibi dolanmasıyla oluşur ve şekilde gösterilen X^g eksenine göre yatayda simetriktir. Düğümün yüksekliği (m^g), 1^g numaralı ipin yarıçapının iki katı ile 2^g numaralı ipin yarıçapının dört katının toplamına eşittir (m^g=$2r_1^g$+$4r_2^g$). Düğümün genişliği (l^g), 1^g numaralı ipin yarıçapının dört katı ile 2^g numaralı ipin yarıçapının 8 katının toplamına eşittir (l^g=$4r_1^g$+$8r_2^g$). Bu durumda düğümün genişliği yüksekliğinin iki katına eşittir ($2m^g$=l^g). İki düğüm arasındaki boşluğun genişliği (t^g), 1^g numaralı ipler aradan ancak 2^g numaralı ip geçebilcek şekilde konumlanmışsa alabileceği en küçük değer olan sıfırdır. Bu değer, 2^g numaralı ip 1^g numaralı iplerin etrafında gergin bir şekilde düğümlendiği sürece, kullanılan malzemeye ve oluşturulan forma göre artabilir. İki düğüm arasındaki boşluğun yüksekliği (n^g) en az 1^gnumaralı ipin

yarıçapının iki katı ile 2^g numaralı ipin yarıçapının dört katının toplamına yani düğümün yüksekliğine (m^g) eşittir. n^g değeri düğümün kullanım amacına göre artabilir.



Şekil 2.10 Gördes Düğümü'ne ait üst ve yan görünüşler

2.3.2 İran Düğümü

İran Düğümü, Gördes Düğümü gibi iki çözgü ipliği üzerine bağlanır, ancak simetrik değildir. İpin, bir çözgü ipini tamamen çevreleyip diğerinin altından geçerek üste çıkmasıyla oluşur. Çözgü ipi çiftinden hangisinin etrafının çevreleneceğine dokumacı tarafından karar verilir. İran Düğümü'nün iki farklı uygulama türü vardır. Çözgü ipleri farklı yüksekliklerde olduğunda yukarıdaki çözgü ipi çevrelenmektedir. Gördes Düğümü'nde olduğu gibi çözgü ipleri boyunca aynı çiftlere düğüm atılır. İran Düğümü, İran, Orta Asya, Hint, Çin halılarında yaygın olarak kullanılmaktadır ve dokumanın düğümleri birbirine yakın olması gerektiğinde tercih edilmektedir [13].

İran Düğümü, Gördes Düğümü gibi iki çözgü ipliği üzerine bağlanır, ancak simetrik değildir. İpin, bir çözgü ipini tamamen çevreleyip diğerinin altından geçerek üste çıkmasıyla oluşur. Çözgü ipi çiftinden hangisinin etrafının çevreleneceğine dokumacı

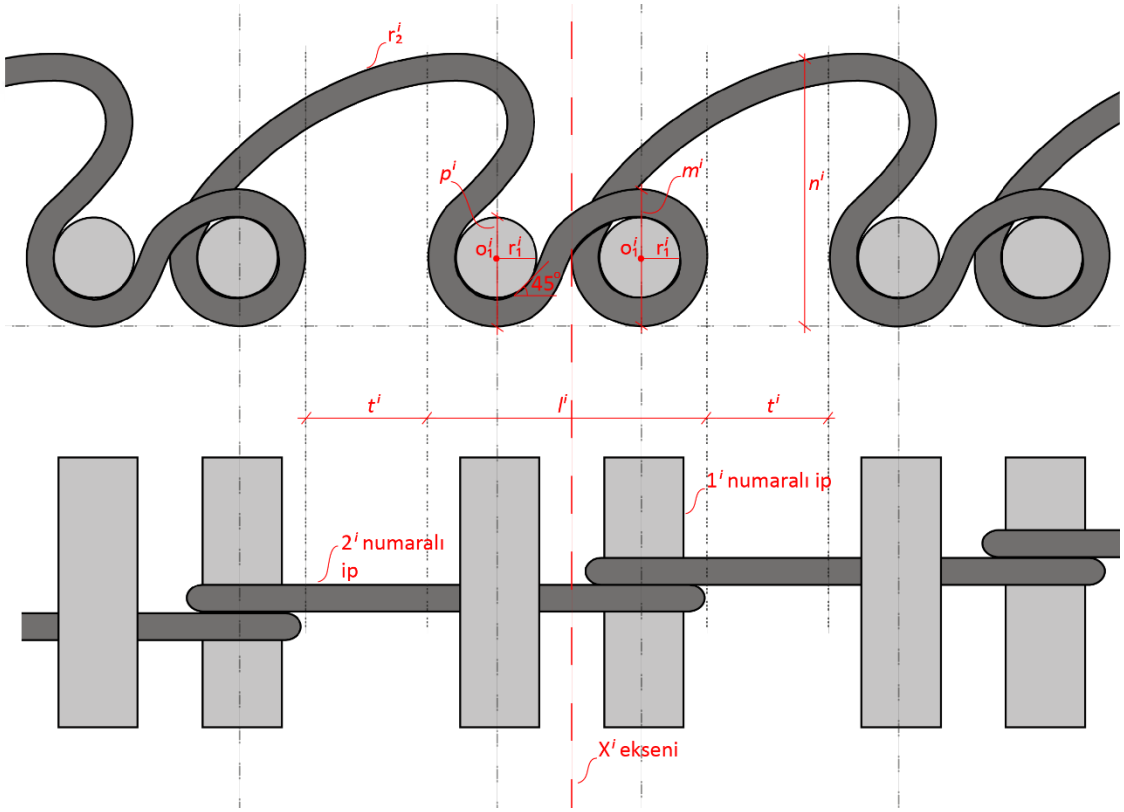
tarafından karar verilir. İran Düğümü'nün iki farklı uygulama türü vardır. Çözgü ipleri farklı yüksekliklerde olduğunda yukarıdaki çözgü ipi çevrelenmektedir. Gördes Düğümü'nde olduğu gibi çözgü ipleri boyunca aynı çiftlere düğüm atılır. İran Düğümü, İran, Orta Asya, Hint, Çin halılarında yaygın olarak kullanılmaktadır ve dokumanın düğümleri birbirine yakın olması gerektiğinde tercih edilmektedir [13].



Şekil 2.11 İran Düğümü'ne ait görseller

Şekil 2.12'de İran Düğümü'ne ait üst ve yan görünüşler verilmiştir. Burada verilen 1^i numaralı ip çözgü ipidir. 2^i numaralı ip ise çözgü ipinin etrafından geçirilmesiyle düğümü oluşturan ilme ipidir. 1^i numaralı ipin merkezi O_1^i, yarıçapı r_1^i; 2^i numaralı ipin yarı çapı ise r_2^i ile gösterilmiştir. İran Düğümü, şekilde gösterilen X^i aksına göre simetrik değildir ve ilme ipi (1^inumaralı ip), iki çözgü ipi (2^i numaralı ipler) arasında en fazla 45°' lik açı yapar. 1^inumaralı ipin serbest kaldığı çözgü ipinde düğümün yüksekliği (p^i) 1^i numaralı ipin yarıçapının ve 2^i numaralı ipin yarıçapının iki katının toplamlarına eşittir (p^i= $2r_1^i$+$2r_2^i$). Düğüm atılan çözgü ipi hizasında ise düğümün yüksekliği (m^i), 1^i numaralı ipin yarıçapının iki katı ile 2^inumaralı ipin yarıçapının dört katının toplamına eşittir (m^i=$2r_1^i$+$4r_2^i$). Düğümün genişliği (l^i), 1^i

numaralı ipin yarıçapının dört katı ile 2^i numaralı ipin yarıçapının 6 katının toplamına eşittir (l^i=4r_1^i+6r_2^i). İki düğüm arasındaki boşluğun genişliği (t^i), 1^i numaralı ipler aradan ancak 2^i numaralı ip geçebilcek şekilde konumlanmışsa alabileceği en küçük değer olan sıfırdır. Bu değer, 2^i numaralı ip 1^i numaralı iplerin etrafında gergin bir şekilde düğümlendiği sürece artabilir. İki düğüm arasındaki boşluğun yüksekliği (n^i) en az 1^i numaralı ipin yarıçapının iki katı ile 2^i numaralı ipin yarıçapının dört katının toplamına yani düğüm atılan çözgü ipi hizasında ise düğümün yüksekliğine (m^i) eşittir. n^i değeri düğümün kullanım amacına göre değişebilir.



Şekil 2.12 İran Düğümü'ne ait üst ve yan görünüşler

2.3.3 Gördes ve İran Düğümü'nün Karşılaştırılması

Tablo 2.2'de 2.3.1 ve 2.3.2 bölümlerinde yer verilen İran ve Gördes Düğümleri'ne ait analizler karşılaştırılmıştır. Bu tabloya göre; Gördes Düğümü simetrik olduğu için düğüm yüksekliği ve genişliği her çözgü ipinde aynıdır ve düğümün genişliği düğümün yüksekliğinin iki katına eşittir. İran Düğümünde ise düğümün yüksekliği çözgü ipleri arasında değişmektedir. Her iki düğüm türünde de düğümlerin atıldığı

çözgü ipleri arasında ilme iplerinin ancak geçebileceği bir mesafe olması gerekirken; düğümler arasındaki boşluklar farklı genişlikte olabilir ve ilme ipleri boşlukları düğümün kullanılacağı yüzeye göre farklı yüksekliklerde geçebilirler. Gördes Düğümü, her çözgü ipine düğüm atıldığı için uygulaması daha uzun sürmektedir.

Sonuç olarak, İran Düğümü'nde düğümlerin bir ucu serbest bırakıldığı için bu halılar Gördes Düğümü ile dokunmuş halılar kadar sağlam değildir [10].

Tablo 2.2 İran ve Gördes Düğümleri'nin analizlerinin karşılaştırılması

Düğümün Adı	**Simetri Durumu**	**Düğümün Yüksekliği** (m^g, m^i, p^i)	**Düğümün Genişliği** (l^g, l^i)	**Düğümler arasındaki boşluğun yüksekliği** (n^g, n^i)	**Düğümler arasındaki boşluğun genişliği** $(t^g,\ t^i)$
Gördes Düğümü	Simetrik	$m^g=2r_1^g+4r_2^g$	$l^g=4r_1^g+8r_2^g$	n^g(min)$=m^g=2r_1^g+4r_2^g$ n^g(max)=değişken	t^g(min)= 0 t^g(max)=değişken
İran Düğümü	Asimetrik	$m^i=2r_1^i+4r_2^i$ $p^i= 2r_1^i+2r_2^i$	$l^i=4r_1^i+6r_2^i$	n^i(min)$=m^i=2r_1^i+4r_2^i$ n^i(max)=değişken	t^i(min)= 0 t^i(max)=değişken

3
Mimarlık ve Dokuma- Örme Teknikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

3.1 Mimaride Dokuma- Örme Tekniklerinin Kullanımı Üzerine Örnekler

Gottfried Semper "Mimarlığın Dört Öğesi" adlı kitabında, insanların bölücü duvar olarak kullanmak üzere iç içe geçmiş çiti icat ettiklerinde, mimarlığın kökeni ile tekstilin bulunmasının örtüştüğünü belirtmektedir. Mimarlık eyleminin, doğal malzemelerin bir çatkısı, konstrüksiyonel ifadesi olmaması ve örtme/kapatmanın mimarlık eylemi olarak anlamlanması bu çatkının ötesine geçen bir kaplama eyleminin niteliğinin sorgulanmasına yol açmıştır. Ona göre, tüm dünyada bulunan ve insan sanat ve endüstrisinin temelini oluşturan dört ilkel zanaattan biri olan "örgü" mekânın en asal unsuru olan duvarı mimarlığın kökeni haline getirir. Semper' in bakış açısından, ilkel mekânı oluşturan iki unsurdan, söz etmek olasıdır. Bunlardan birincisi konstrüksiyonu ifade eden çatkıdır. İkincisi ise kapatmayı tanımlayan ve Semper'in "dokuma" ve "tekstil" öğesi olarak ifadelendirdiği örtüdür. Bu unsurlar organik formların oluşturulmasına olanak sağlaması, taşımada ve kurulumda zaman kazandırması nedeniyle daha yaratıcı mekanlar üretilmesi konusunda yol açmıştır [15]. Frei Otto, ilk insanların konutunun esnek ve bitkisel materyallerle (genç kozalaklı ağaç, bambu veya geniş yapraklı ağaçların dalları) örüldüğüne dair bir argüman ortaya koymaktadır. Çünkü bu materyaller kolayca elle tutulur ve insan eliyle değiştirilebilir [2]. Günümüzde hala örme ve dokuma sistemleri dünyanın çeşitli coğrafyalarındaki geleneksel mimaride kullanılmaktadır.

Dokuma işlemi, bir matrisin üzerinde hareket eden ip benzeri malzemenin, 0 ve 1 durumlarıyla temsil edilebilecek bir üretim sistemiyle birleştirilmesi işlemidir. 0 durumu ipin, bir diğer ipin altından geçtiği, 1 ise üzerinden geçtiği durumu anlatmakta kullanılabilir [31]. Gelişen üretim sistemlerinin yardımıyla, analog olarak gerçekleştirilen dokuma ve örme, bina kabuğunu oluşturacak şekilde

uygulanmıştır. Bu bölümde verilen örnekler arasında olan Pekin Ulusal Stadyumu, Uluslararası Zaragoza Fuarı Aragonese Pavyonu, Şangay 2010 Dünya Fuarı İspanya Pavyonu, Center Pompidou- Metz gibi çağdaş mimari örneklerde de dokuma ve örme teknikleri mimari bir öğe olarak kullanılmaktadır.

3.1.1 İnka Asma Halat Köprüleri

İnka asma halat köprüleri, İnka İmparatorluğu tarafından kanyonlar ve nehirler üzerinde yaptırılan basit asma köprülerdir. Bu köprülerden günümüze kadar törenlerle yenilenerek ulaşan Q'eswachaka Köprüsü, hala bölgede yaşayan insanlara olan önemi nedeniyle 2013 yılında UNESCO'nun Somut Olmayan İnsanlık Kültürel Mirası Listesi'ne girmiştir [17].



Şekil 3.1 Köprü yapımında kullanılan halatların örülme aşaması [17].

Bu köprüler, büyük demetler halinde uzun otların dokunarak halat olarak kullanılmasıyla inşa edilmektedir. Köprünün taşıyıcılığı ve güvenilirliği, her yıl köylüler tarafından köprünün iplerinin yenilenmesinden kaynaklanmaktadır. Köprüyü kurma yöntemleri nesiller boyu köylüler arasında aktarılmaktadır. Süreç, ince halatlar oluşturmak üzere bükülen uzun otların toplanmasıyla başlamaktadır.

Bu ince halatlar, daha sonra, köprüyü sabitleyen geniş ve ağır halatları oluşturmak üzere Şekil 3.1'deki gibi örülür. Daha sonra halatlar montaj için hazırlamak üzere germek için bir araya getirilmektedir. Halatlar sağlam taş zeminlere takılır ve deneyimli köprü işçileri kenarlardan köprünün ortasına kadar, yanları ve zemini ip ve kamışlarla dokuyarak ilerlerler (Şekil3.2). İşçiler köprünün ortasında buluştuğunda yeni köprü tamamlanır [17].



Şekil 3.2 Köprü yapımında kullanılan halatların dokunması [17].

3.1.2 Dissipate, AfrikaBurn 2015

Dissipate, Cape Town, Güney Afrika'da yapılan AfrikaBurn Burning Man bölgesel etkinliği için bir grup mimar ve mühendis tarafından tasarlanan bir projedir. Kule, üzerinde yavaş yavaş gökyüzüne 'dağılan' gerilmiş iplere sahip bir kum saati olarak kurgulanmıştır (Şekil 3.3). Ekip, kulenin dağılmasının yaşamın uyumsuzluğunu temsil ettiğini açıklamaktadır.

Ana yapı, geleneksel izci teknolojisini (direkler ve halatlar) kullanarak inşa edilmiştir. Kule, her biri yaklaşık 4 metre yüksekliğinde kesişen iki adet üç ayak üzerine inşa edilmiştir. Bu yapı daha sonra, boşlukların uzayda çözülmesini sağlayan yanılsamaları vermek için yapının gerginliğe (gerilme telleriyle uzayda

tutulan sıkıştırma elemanlarından oluşan yapı) çalışmaya başladığı noktaya ulaştığında daha da genişleyen bir dizi açılı yerleştirilmiş ahşap direk ler geleneksel izci düğümleriyle tutturulmuştur. Böylece, ilkel ve temel bir yapısal sistemin prensiplerinden faydalanarak yeni ve karmaşık bir yapısal sisteme geçiş gerçekleştirilmiştir [18].



Şekil 3.3 Dissipate, AfrikaBurn 2015 [18]

3.1.3 Haduwa Sanat ve Kültür Enstitüsü

Apam'daki Haduwa Sanat ve Kültür Enstitüsü'nün sahnesi Viyana Uygulamalı Sanatlar Üniversitesi'nden öğrenciler ve proje yürütücüleri tarafından yerli halk ile birlikte 2015 yılında yapılmıştır. Gana'nın Orta Bölgesi'nin Atlantik kıyı şeridinde yer alan sahne, bağımsız sanatsal, kültürel ve pedagojik deneyler için açık bir kurum olarak çalışması planlanan yeni bir kültür merkezinin odak noktasıdır. Ana fikir, Gana'da sanat söyleminin gelişmesinde önemli olan sosyal bağlılığın araştırılması ve Afrika'da yapılan sanatın büyümesi ve tanıtımını teşvik etmektir. Karma kullanım faaliyetlerini sürdürülebilir çözümlerle bütünleştiren, rahatlık sağlayan ve yerleşim ihtiyacını karşılayan bir dizi iç ve dış alanda gerçekleştirilecek program geliştirilmiştir. Yapı tamamen bambudan yapılmış olup, beton temellerle

sabitlenmiştir. 41 bambu yaydan oluşan ve branda ile kaplanan kabuk, sahneyi en kuvvetli rüzgarlardan korur ve gölgeli bir alan yaratır (Şekil 3.4). Bambu yaylardan oluşan ızgarayı bir arada tutmak ve bu yayların arasına brandayı germek için halatlarla Şekil 3.5'teki gibi düğümler atılmıştır [19].



Şekil 3.4 Haduwa Sanat ve Kültür Enstitüsü [19]



Şekil 3.5 Halatların örülme biçimi [19]

3.1.4 Pekin Ulusal Stadyumu

Merkez Olimpiyat Yeşilliği'nin güneyinde bulunan Pekin Ulusal Stadyumu'nun inşaatı 23 Aralık 2003 tarihinde başlamış ve 2008 yılının başlarında bitmiştir. 8

Ağustos - 24 Ağustos 2008 tarihleri arasında düzenlenen 2008 Olimpiyat Oyunları için inşa edilmiştir. Stadyumda 29. Olimpiyatın açılış ve kapanış törenleri ile atletizm etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca 6 Eylül - 17 Eylül 2008 tarihleri arasında Yaz Paralimpiklerine ve 2009 Şampiyonlar Yarışına ev sahipliği yapmıştır [20].

Üç milyon metreküp brüt hacminde, 330 metre uzunluğunda, 220 metre genişliğinde ve 69 metre yüksekliğindeki dünyanın en büyük çelik yapısıdır. 80.000 seyirciyi ağırlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Yapı, Herzog & De Meuron Mimarlık, Arup Sport ve Çin Mimari Tasarım ve Araştırma Grubu tarafından tasarlanmış ve çatıyı oluşturan bükülmüş çelik ağlardan dolayı "kuş yuvası" olarak adlandırılmıştır [20].

Stadyum, kırmızı bir beton kütle ve bu kütlenin 15 metre dışındaki dış çelik çerçeve olmak üzere iki bağımsız yapıdan oluşmaktadır (Şekil 3.6). Stadyumun kabuğunu oluşturan ağ şeklindeki boşluklu yapının tasarımında, çatlamış desenlere sahip antik Çin vazolarından esinlenilmiştir. Bu kabuk duvar, çatı, cephe, dolaşım merdivenleri içeren, izleyicilerin stadyuma çeşitli noktalardan girebileceği genişletilmiş bir eşiktir. Aynı zamanda, güneşin geliş açısına göre ziyaretçilere farklı ışık ve gölge etkileşimleri sunmaktadır [21,22].



Şekil 3.6 Pekin Ulusal Stadyumu [21]

3.1.5 Uluslararası Zaragoza Fuarı Aragonese Pavyonu

Expo 2008 için inşa edilen Aragonese Pavyonu, Olano y Mendo Mimarlık tarafından tasarlanmıştır. 2.500 m^2'lik bir alanı kaplayan yapı 25 metre yüksekliğindedir. Pavyon, iç mekana çok miktarda doğal ışık sağlayan iç cam paneller ve beyaz cam elyaflı mikro-beton kullanılarak tipik bir Aragon hasır sepeti şeklinde tasarlanmıştır. Bu örgü, yapı yükseldikçe daha şeffaf hale gelmektedir (Şekil 3.7). Büyük bir sepet şekline inşa edilen yapının iç kısmı dokuz büyük düzensiz kolonla taşınmaktadır [23].



Şekil 3.7 Aragonese Pavyonu [23]

3.1.6 Şangay 2010 Dünya Fuarı İspanya Pavyonu

Miralles Tagliabue EMBT'nin Şangay 2010 Dünya Fuarı için yaptığı İspanyol Pavyonu'nun tasarımında, İspanyol el sanatlarından geleneksel hasır sepet örgülerinin gelişimini göstermek amaçlanmıştır. 7000 m^2'lik yapının çelik çerçevesi, 8000'den fazla hasır panelle kaplanmıştır. Panellerin her biri el yapımıdır ve Shandong eyaletindeki ustalar tarafından tasarlanmıştır (Şekil 3.8).

Bir hasır sepet dizisinin hacimsel, malzeme ve yapısal özelliklerinden alınan ilhamla; panellerin arasındaki boşluklar ve boru şeklindeki metalik destekler ile ışığı süzecek ve pavyonu saracak iklimsel bir membran olarak işlev görmesi amaçlanmıştır [24].

Yapı, hasır işçiliğinin potansiyelini geliştirmek amacıyla tasarlanmıştır. Ayrıca, hasırı bina boyunca kullanılabilecek sürdürülebilir ve uygulanabilir bir malzeme kavramı olarak tanıtmaya çalışmıştır. Doğal iplik ile yapılan el sanatlarından olan sepetçilik teknikleri, her kültür tarafından paylaşılan küresel bir gelenektir. Bu anlamda, pavyon için seçilen form ve malzeme, İspanya (ziyaret eden) ve Çin (ev sahibi) arasında köprü kurmaya çalışmıştır [25].



Şekil 3.8 Şangay 2010 Dünya Fuarı İspanya Pavyonu [24]

3.1.7 Center Pompidou- Metz

Center Pompidou- Metz, Shigeru Ban Mimarlık tarafından 2010 yılında yapılan 11330 m^2 alana sahip bir müze yapısıdır (Şekil 3.9). Tasarımında, geleneksel dokuma bambu şapka ve Asya sepetlerinden ilham alınan yapı, altıgenler ve eşkenar üçgenlerden oluşan bir desenden oluşmaktadır. Düzlem içi gerginliği sağlamak için alanı üçgenlere ayırmak tercih edilmiştir. Fakat, tüm yüzeyi üçgenlere bölmek her kesişimde altı ahşap elemanın son derece karmaşık eklemler oluşturacak şekilde birleşmelerine neden olmaktadır. Bu nedenle, altıgen ve üçgenlerden oluşan bir desen oluşturarak, yalnızca dört ahşap elemanın kesişmesi sağlanmıştır. Kesişimlerde mekanik metal bağlantılar kullanılmamasının sebebi, yüzey haciminin artması ve elemanların uzunluklarının farklılaşması sonucunda karmaşıklığın ve maliyetin artmasıdır. Bunun yerine, her eleman bambu hasır işine benzer şekilde üst üste getirilmiştir [26]. Minimum miktarda malzeme kullanımıyla zengin bir üç boyutlu iç mekan oluşturmak üzere, çatı kabuğunun inşaatında iki boyutlu olarak kolayca bükülebilen ahşap tercih edilmiştir. Ahşap hem çekme hem basınç dayanımı olan bir yapı elemanı olduğundan, çekme özelliği ile ağ yapısına sahip bir yapı oluşturulabilirken, sıkıştırma özelliği sayesinde aynı zamanda kabuk olarak kullanılabilecek bir yapı inşa edilebileceği düşünülmüştür [26].



Şekil 3.9 Center Pompidou- Metz [26]

3.1.8 Karşılaştırma

Tablo 3.1'de mimaride dokuma- örme tekniklerinin kullanımı üzerine verilen örnekler karşılaştırılmıştır. Çağdaş yapılarda dokumanın estetik özellikleri, mimari projelerde geniş bir uygulama alanı bulmasına rağmen yapısal özellikleri arka planda bırakılmıştır. Aragonese Pavyonu, Şangay 2010 Dünya Fuarı için inşa edilen İspanya Pavyonu, Pekin Ulusal Stadyumu ve Center Pompidou- Metz gibi yapılarda iç içe geçirilmiş öğelerin sergilendiğini görüyoruz. Fakat bu yapılar incelendiğinde öğelerin yapısal olarak iç içe geçmediği görülüyor. İspanyol Pavyonu'nda cephede yaratılan dokuma ifadesi, eğimli parçaların arkadaki çelik strüktüre tutturulmasıyla oluşturulmuştur. Aragonese Pavyonu'nda örgüye benzer bir izlenim yaratmak için kullanılan dalgalı camlar dikmeler üzerine oturmaktadır. Center Pompidou- Metz, bu örnekler içinde dokuma tekniklerinin özelliklerini en fazla taşıyan yapıdır. Çünkü üç eksenli ahşap desen, estetik işlevine ek olarak yapısal bir bileşen olarak işlev görür. Fakat üç eksenli ahşap kirişler üst üste farklı katmanlar olarak dizilmiştir.

Tablo 3.1 Mimaride dokuma- örme sistemlerinin kullanımı üzerine örneklerin karşılaştırılması

Yapının İsmi	İşlevi	Örme- dokuma sistemleri ile yüzey oluşturuluyor mu?	Örme- dokuma sistemleri yapıda taşıyıcı eleman olarak kullanılıyor mu?
İnka Asma Halat Köprüleri	Köprü	Evet	Evet
Dissipate	Kule	Hayır	Evet
Haduwa Sanat ve Kültür Enstitüsü	Örtü- kabuk	Hayır	Evet
Pekin Ulusal Stadyumu	Stadyum	Evet	Hayır
Aragonese Pavyonu	Pavyon (Sergi Alanı)	Evet	Hayır
İspanya Pavyonu	Pavyon (Sergi Alanı)	Evet	Hayır
Center Pompidou-Metz	Müze	Evet	Hayır

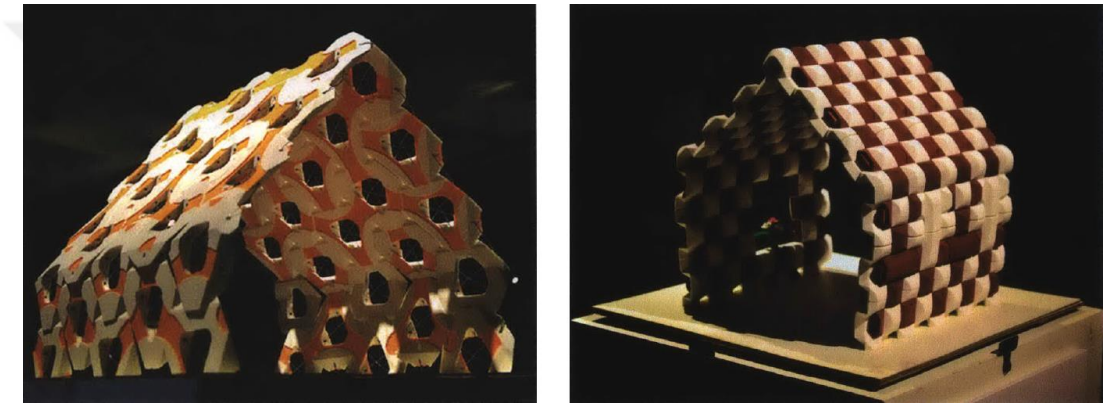
İnka Asma Halat Köprüleri ve Afrikaburn 2015'de inşa edilen Dissipiate'de geleneksel dokuma ve örme teknikleri kullanılmıştır. Bu yapılarda, yapıyı oluşturan bileşenler sadece üst üste bir araya getirilmez, aynı zamanda bir bileşenden diğerine dağıtılan yük döngüsel bir biçimde birbirini desteklemektedir.

3.2 Dokuma ve Örme Tekniklerinin Mimaride Kullanımı Üzerine Sayısal Ortamda Yapılan Araştırmaların İncelenmesi

Dokuma ve örme tekniklerinin mimari mekan oluşturmak amacıyla sayısal ortamda geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar çeşitli mimari kaynaklar taranarak tezin bu bölümünde incelenmiştir.

3.2.1 Ethnocomputation

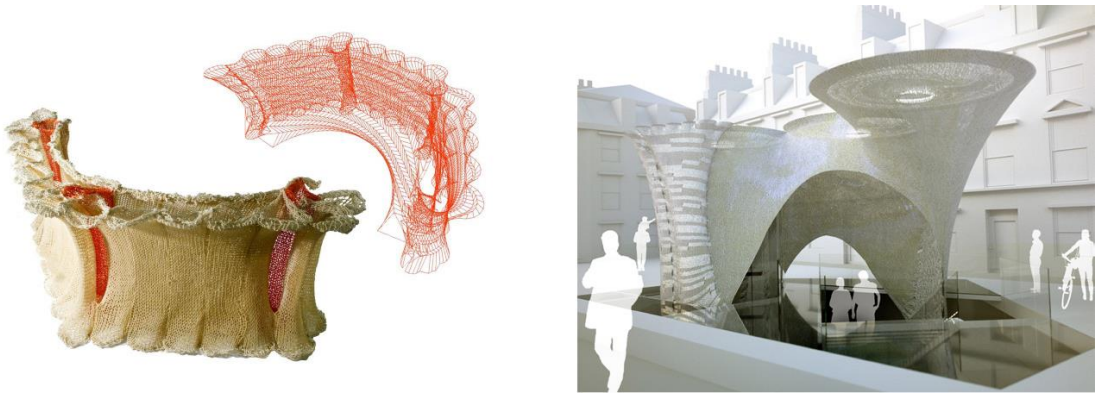
Rizal Muslim'in 2014 yılında tamamladığı doktora çalışmasında geleneksel örme tekniklerinin sayısal ortamda analizi ve sentezi yöntemiyle yeni tasarımlar üretilmesi ve zanaatkârlar tarafından tekrar üretilmesi yoluyla geleneksel uygulamaları geliştirmek üzerine çalışılmıştır (Şekil 3.10). Bu amaçla, mekanizasyon öncesi dokuma yöntemleri analiz edilmiş ve dokumanın temel ilkelerini içeren kural tabanlı bir tasarım yöntemi geliştirilmiştir. Geleneksel dokuma tekniklerini yeniden yorumlama ve tasarlama stratejilerini desteklemek amacıyla Biçim Grameri, Sonlu Elemanlar Methodu (FEM), yerinde araştırma ve algısal sistem kuramları metodolojileri kullanılmıştır [27].



Şekil 3.10 Ethnocomputation Tezi sonucunda elde edilen prototipler [27]

3.2.2 Knitectonics

Rizal Muslim'in 2014 yılında tamamladığı doktora çalışmasında geleneksel örme tekniklerinin sayısal ortamda analizi ve sentezi yöntemiyle yeni tasarımlar üretilmesi ve zanaatkârlar tarafından tekrar üretilmesi yoluyla geleneksel uygulamaları geliştirmek üzerine çalışılmıştır (Şekil 3.10). Bu amaçla, mekanizasyon öncesi dokuma yöntemleri analiz edilmiş ve dokumanın temel ilkelerini içeren kural tabanlı bir tasarım yöntemi geliştirilmiştir. Geleneksel dokuma tekniklerini yeniden yorumlama ve tasarlama stratejilerini desteklemek amacıyla Biçim Grameri, Sonlu Elemanlar Methodu (FEM), yerinde araştırma ve algısal sistem kuramları metodolojileri kullanılmıştır [27].



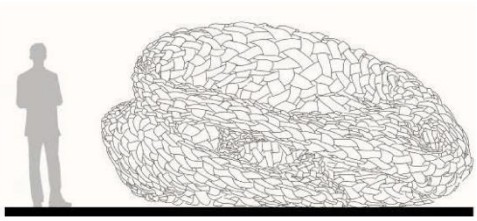
Şekil 3.11 Knitectonics projesi sonuç ürün ve yapısal öğeleri (solda), projenin mimari uygulaması için öneri (sağda) [28]

3.2.3 Spülenkorb

Xing, Esquivel, Collier, Tomaso ve Akleman Texfab'in düzenlediği dijital imalat yarışmasına Spülenkorb isimli proje ile belirli bir araştırma modunu ve bunların türevlerini araştırmışlardır. Form öncelikle matematiksel şeridin geometrik bir kopyası olarak düşünülmüştür. Form, TopMod3D ve Maya yazılımları kullanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan form daha sonra geliştirilen bir örme yazılımı kullanılarak örülü bir nesne haline getirilmiştir (Şekil 3.12).

Projeyi geliştirenler tarafından farklı ölçeklerde çalışmanın belirsizliği, açılı kesilmesi gereken şeritlerin imalatının düz şerit imalatına göre verimsiz olması ve şeritlerin tek parça olmasının yapım sürecinde zorluğu problemleriyle karşılaşılmıştır. Bu nedenle ileride yapılacak çalışmalarda, şeritlerin yönetilebilir uzunluklarda kesilerek bir bağlantı koşulunun tasarlanması gerektiği belirtilmiştir [29].





Şekil 3.2.3.12 Spülenkorb projesine ait görsel (solda), önerilen projenin ölçeği (sağda) [29]

3.2.4 Karşılaştırma

Tablo 3.2 Mimaride dokuma- örme sistemlerinin kullanımı üzerine sayısal ortamda yapılan araştırmaların incelenmesi

Projenin İsmi	**Kullanılan zanaat**	**Sayısal ortama aktarmak için kullanılan yöntem**	**Kullanılan yazılımlar**	**Üretim Tekniği-Aracı**
Ethnocomputation	Üç akslı örme	Biçim grameri	FEM simulation software	El ile-geleneksel üretim yöntemleri
Knitectonics	Örgü makinesi ile örme	Biçim grameri	Processing	Ev tipi örgü makinesi
Spülenkorb	İki akslı örme	Yüzeyi beşgenlere bölmek	TopMod3D, Maya	-

Tablo 3.2'de Mimaride dokuma- örme sistemlerinin kullanımı üzerine sayısal ortamda yapılan araştırmaların incelenmesi üzerine verilen örnekler karşılaştırılmıştır. Bu bölümde verilen örneklerin hepsi gelişme aşamasındaki projelerdir. Ethnocomputation ve Knitectonics çalışmalarında var olan dokuma tekniğini sayısal ortama aktarmak amacıyla biçim grameri kullanılmıştır. Biçim grameri, hesaplamalı tasarım alanında kural tabanlı anlatım ve tasarım amacıyla

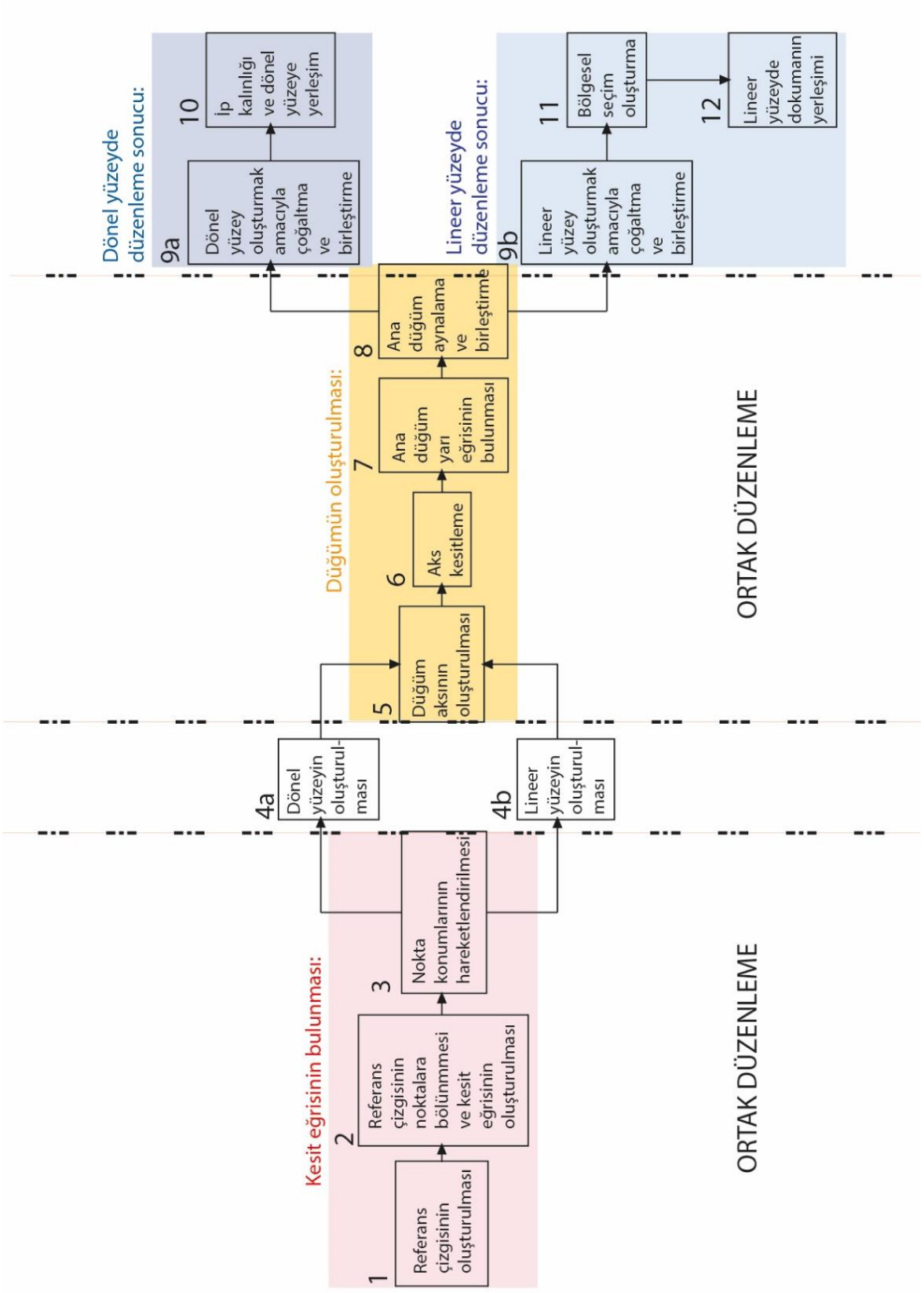
kullanılmaktadır. Bu yolla, dokuma ve örme teknikleri karmaşık mimari mekanlar üretmek amacıyla kullanılmıştır. Araştırmalarda malzeme seçiminin tasarıma etkisi üzerinde de durulmuştur. Bu çalışmalarda elde edilen prototipler gerçek ölçeğinde değildir ve bu konuda ileri çalışmalar yapılması gerektiğinden bahsedilmiştir. Ele alınan çalışmaların ortak noktası ayrıca veya destek bir konstrüksüyona ihtiyaç duymadan ayakta durabilen mimari formlar üzerine çalışılmasıdır.

4
Sayısal Ortamda Gördes Düğüm Tekniği ile Yüzey Oluşturma Denemesi

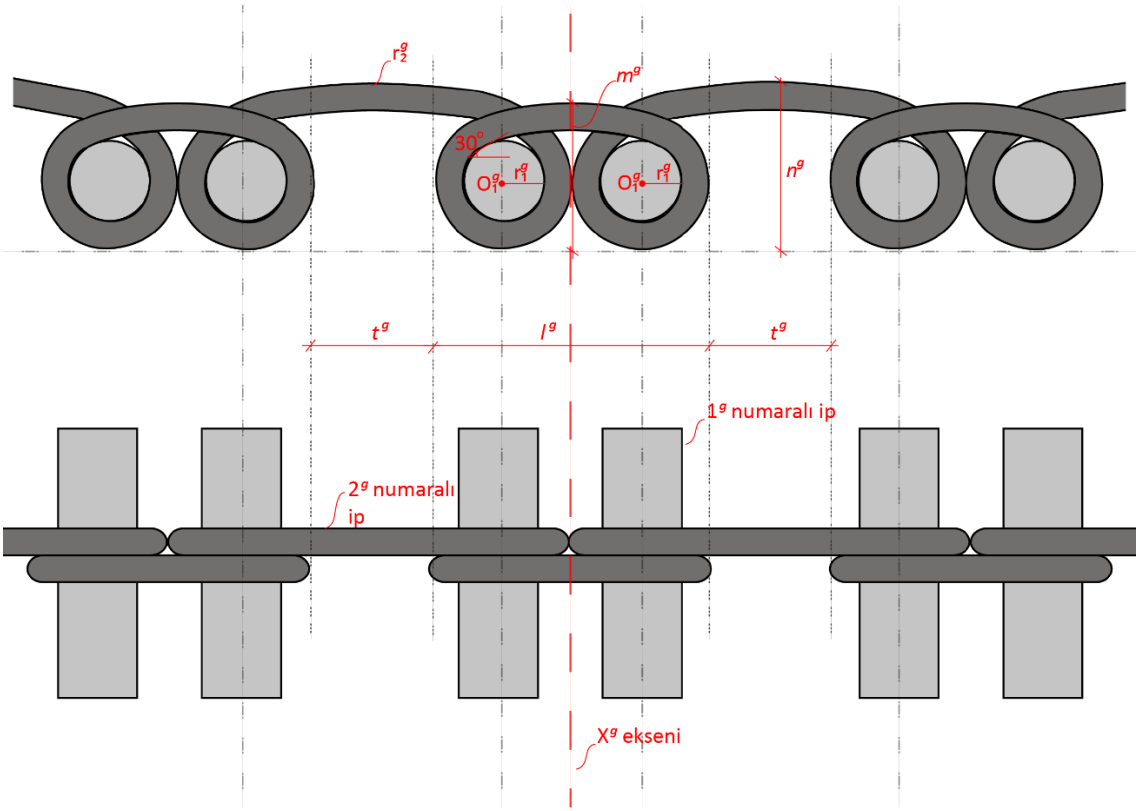
4.1 Gördes Düğümü'nün Sayısal Ortama Aktarımı

Tez kapsamında, Gördes Düğümü parametrize edilerek mimari yüzeyler ortaya çıkarmak üzere, modelin tasarım aşamasında Rhinoceros 3D yazılımı ve Grasshopper eklentisi üzerinden çalışılmıştır. Rhinoceros, çeşitli alanlarda kullanılan modelleme ve analiz programıdır. Eklentisi Grasshopper sayesinde, parametrik bir karakter kazanan Rhinoceros, algoritmik tasarım için tasarlanan diğer kodlama platformlarının aksine, algoritmanın geliştirilmesinin akış şeması olarak görülebildiği görsel bir arayüze sahiptir. Tezin bu bölümünde, düğümün Grasshopper eklentisine aktarımı ve form oluşturma süreci açıklanmaktadır (Ek-A). Betik dönel ve lineer yüzeyler oluşturmak için belirli noktalarda alternatiflidir. Bu noktalarda kullanıcının el ile betiğe müdahale etmesi gerekmektedir. Sürece ait akış şeması, Şekil 4.1'de verilmiştir.

Şekil 4.2'de Gördes Düğümü'ne ait yan ve üst görünüş verilmiştir. Düğüm Grasshopper'da tekrar oluşturulurken öncelikle 1^g numaralı ip modellenmiştir. Daha sonra bu ipin üzerinden kesitler alınarak 2^g numaralı ipin hareketini oluşturmak üzere referans noktaları belirlenmiştir. Böylece, iki ipin yüzeyle olan ilişkisi ve ip kalınlıklarının birlikte çalışması sağlanmıştır. Algoritma oluşturulurken l^g ve m^g değerlerinin sabit kalması, dokumanın yüzeye yerleşimi için gerekli deformasyonların t^g ve n^g değerlerindeki değişimle sağlanması üzerine çalışılmıştır.



Şekil 4.1 Gördes Düğümü'nün Grasshopper eklentisi ile tasarım süreci



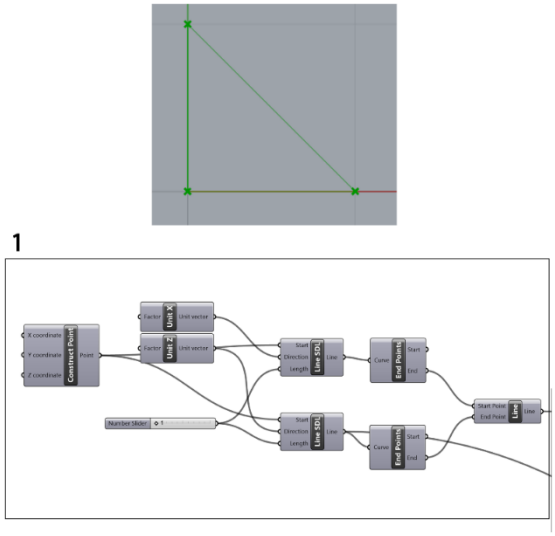
Formüller:

$m^g=2r_1^g+4r_2^g$ $n^g(min)=m^g+2r_1^g+4r_2^g$ $t^g(min)=0$

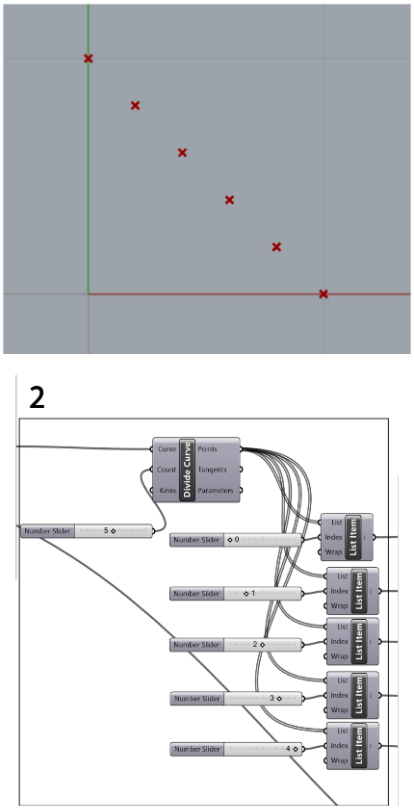
$l^g=4r_1^g+8r_2^g$ $n^g(max)=$ değişken $t^g(max)=$değişken

Şekil 4.2 Gördes Düğümü'ne ait üst ve yan görünüşler

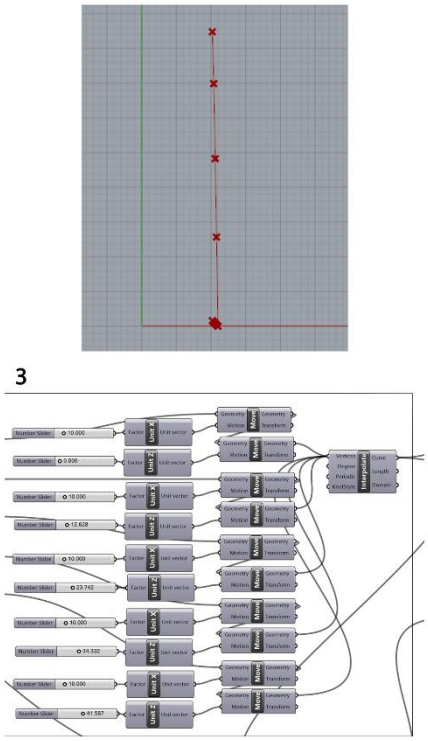
Şekil 4.3'de üzerinde çalışmak amacıyla bir referans çizgisi oluşturulmuştur. Sabit referans çizgisi üzerinden alınan beş noktaya "move" komutunun iki eksende uygulanması sonucunda hareketli hale getirilmiş ve "interpolate" komutuyla hareketli kesit eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 4.4, Şekil 4.5). Şekil 4.6'da dönel yüzeyler için bir düğüm biriminin yerleşeceği yüzey oluşturulmuştur. Bu adımda oluşan yüzeyin taradığı alanın açısının değiştirilmesi yöntemiyle düğüm sıklığı belirlenmektedir.



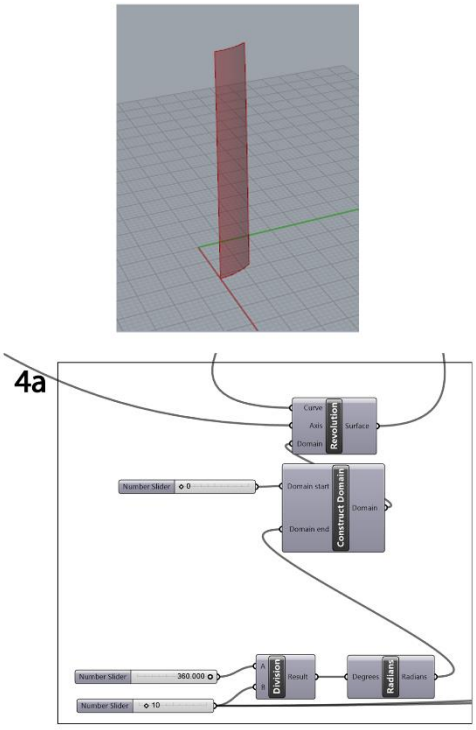
Şekil 4.3 Referans çizgisinin oluşturulması



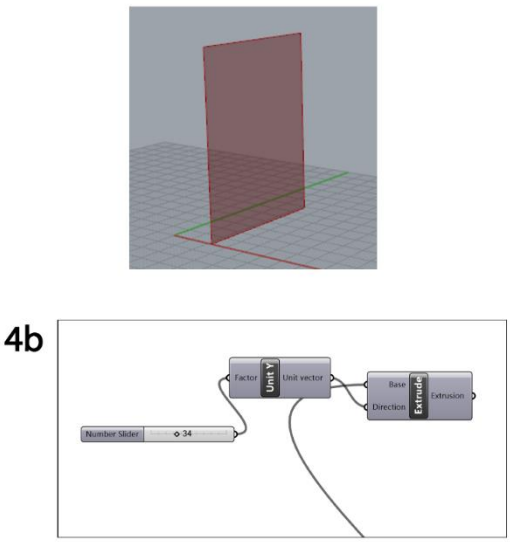
Şekil 4.4 Referans çizgisinin noktalara bölünmesi ve kesit eğrisinin oluşturulması



Şekil 4.5 Noktaların konumlarının değiştirilebilmesi

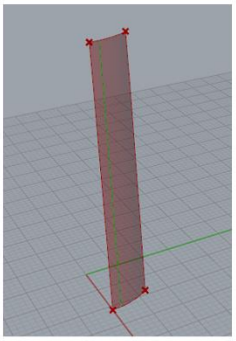


Şekil 4.6 Dönel yüzey oluşturulması

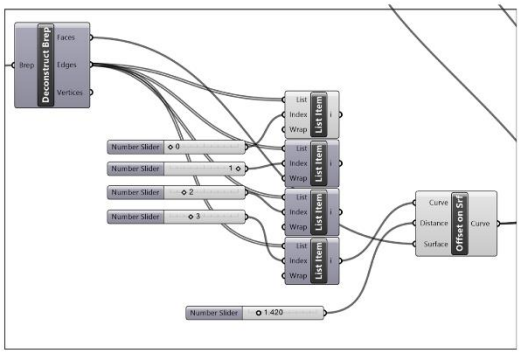


Şekil 4.7 Lineer yüzey oluşturulması

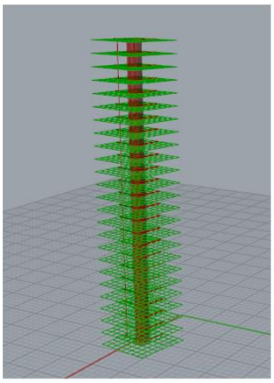
Şekil 4.7'de verilen 4b adımında ise betiğin devamında kullanılacak lineer yüzeyin uzunluğu belirlenir. Betiğin bu kısmında kullanıcı oluşturmak istediği yüzeye göre Şekil 4.6'da gösterilen 4a adımının veya Şekil 4.7'de gösterilen 4b adımının çıktısını 5. Adımda yer alan "deconstruct brep" komutuna girdi olarak el ile bağlanmalıdır. Oluşturulan yüzeyin kenarları ayrı birer eleman olarak listelenir ve uzun kenarların birinin ötelenmesi yöntemiyle düğüm için aks oluşturacak çizgi elde edilir (Şekil 4.8). Bir sonraki adımda düğümün aksı olarak kullanılmak üzere ötelenen çizgiye "pipe" komutuyla kalınlık verilir ve "brep" komutuyla düğüm sayısı kadar enine kesit alınır. Şekil 4.2'de gösterilen 1^g numaralı ipi 6 numaralı adımda elde ederek bu nokta üzerinden kesitler alınmıştır. Şekil 4.9'da elde edilen kesitlerin üzerinden 90° aralıklarla dört nokta belirlenmiştir. Daha sonra, elde edilen noktalar ana düğümün (Şekil 4.2'deki 2^g numaralı ip) yarı eğrisinin kritik noktalarını bulmak üzere birbirleriyle çakışmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Elde edilen noktaların sırayla "nurbs curve" komutuna bağlanmasıyla ana düğüm eğrisinin yarısı elde edilmiştir. Düğüm kendi içinde simetrik olduğu için bu işlemin "mirror" komutuyla aynalanması ile düğüm eğrisinin diğer yarısı oluşturulur.



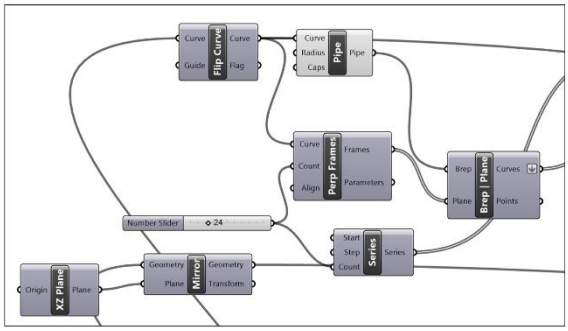
5



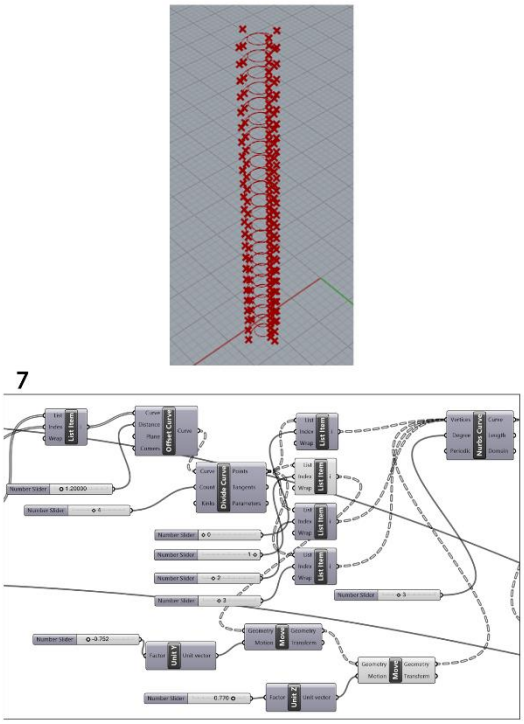
Şekil 4.8 Düğüm aksının oluşturulması



6

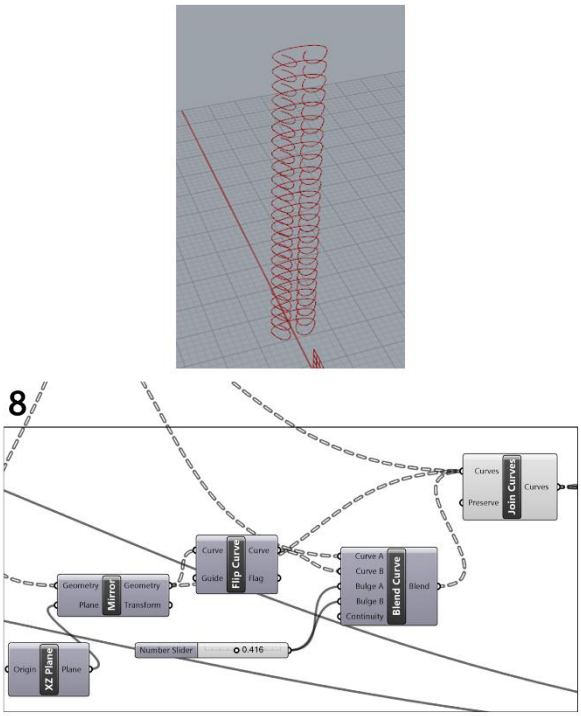


Şekil 4.9 Aks kesitleme

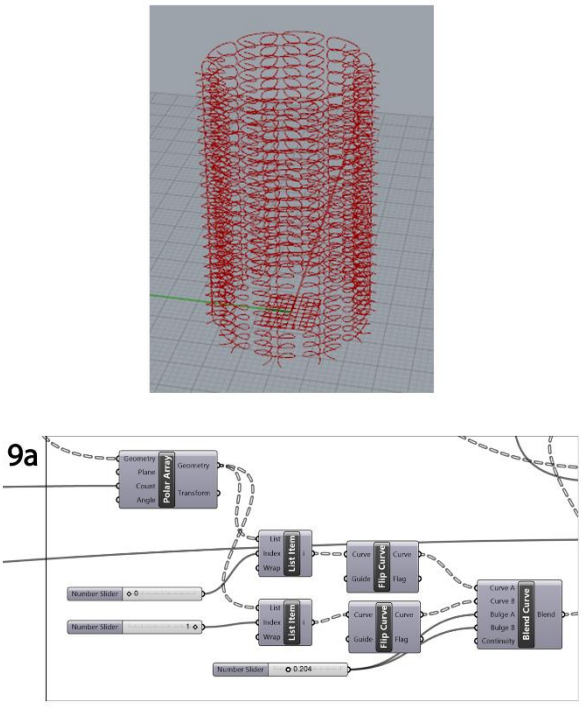


Şekil 4.10 Ana düğüm yarı eğrisinin bulunması

Elde edilen eğriler, “join curves” komutuyla birleştirilmiştir. Şekil 4.11’de verilen adımda ise ana düğümü oluşturan eğri “pollar array” komutu ile yüzey boyunca dönel şekilde yerleştirilmek üzere çoğaltılır. Çoğaltma sayısı verisini yüzeyin bölünme sayısı ile aynı girdiden almaktadır. Daha sonra, “blend curve” komutuyla ana düğüm eğrileri birbirine bağlanır. Buraya kadar uygulanan adımlarla ana düğüm eğrisi dönel veya lineer yüzey üzerinde belirlenen aks üzerinde oluşturulmuştur. Bu aks çizgisi, 1^g numaralı ip olarak kullanılacaktır. Böylece 1^g numaralı ip kalınlaştıkça 2^g numaralı ip bu değere göre çevresinde düğümü oluşturacaktır. Şekil 4.12’de 1^g numaralı ipin konumlanışını, 2^g numaralı ipin hareketi ile ortaya çıkan düğümü ve bu düğümlerin arasındaki devamlılığı sağlayan birleşimleri oluşturan eğrilere “pipe” komutuyla kalınlık verilmektedir. Daha sonra “pollar array” komutu kullanılarak kalınlık verilen eğrilerin dönel düzenlemesi gerçekleşir. Bu adımın sonucunda dönel yüzeye Gördes Düğümü ile dokuma yoluyla yerleşim işlemi gerçekleşmektedir.



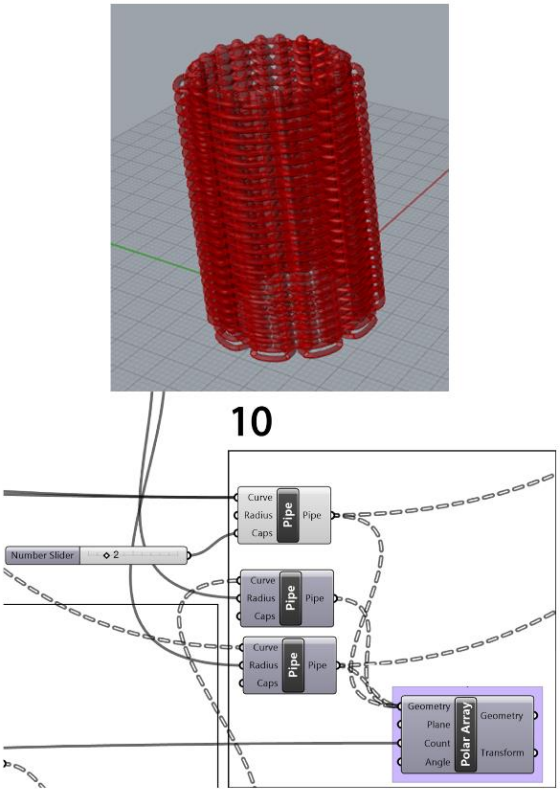
Şekil 4.11 Ana düğümü aynalama ve birleştirme



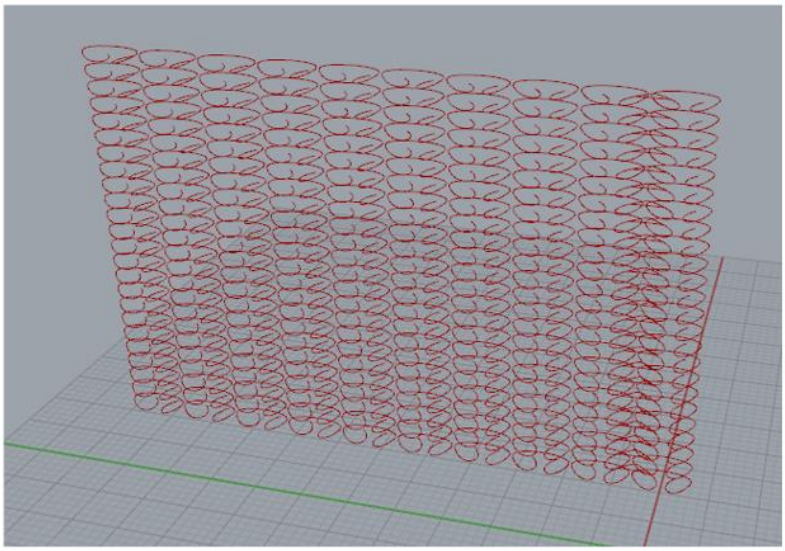
Şekil 4.12 Dönel yüzey oluşturmak amacıyla çoğaltma ve birleştirme

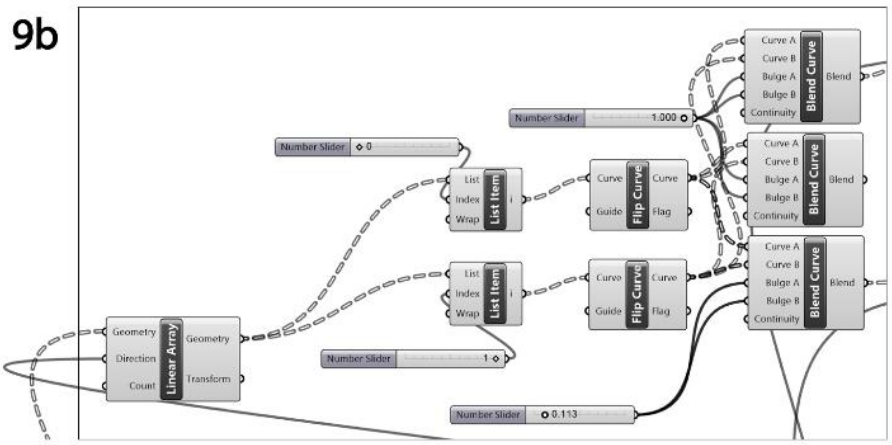
Lineer yüzeyi aynı düğümle dokumak için ise 8. adımdan sonra Şekil 4.13'de görülen 9b adımının takip edilmesi gerekmektedir. Bu adımda, oluşan düğüm "lineer array" komutuyla çoğaltılır ve nesnelere ayrıştırılıp "blend curve" komutuyla birbirlerine bağlanır. Buradaki "Bulge" değeri birleşme açısını belirtir. Bu değerde yapılan değişiklikler sonucunda, düğümler arasındaki bağlantının gevşeklik- sıkılığı ayarlanabilmektedir. Bu ayarın yüzeyde farklılıklar göstermesi için Şekil 4.14'de gösterilen adım izlenmiştir. "reverse list" ve "subtraction" komutlarıyla iki farklı eğriden gelen birleşme açısı verilerinin yatayda farklılaşması sağlanmıştır. Lineer yüzeyde dokuma işlemi, oluşturulan düğümü yatay eksende çoğaltmak amacıyla "linear array" komutu kullanılması ile tamamlanmaktadır.

Bu adımların tamamlanmasıyla değerlerin değişimiyle program tarafından tekrar hesaplanan Gördes Düğümü ile dokunmuş kesiti değişmeyen lineer ve dönel yüzeyler elde edilmiştir.

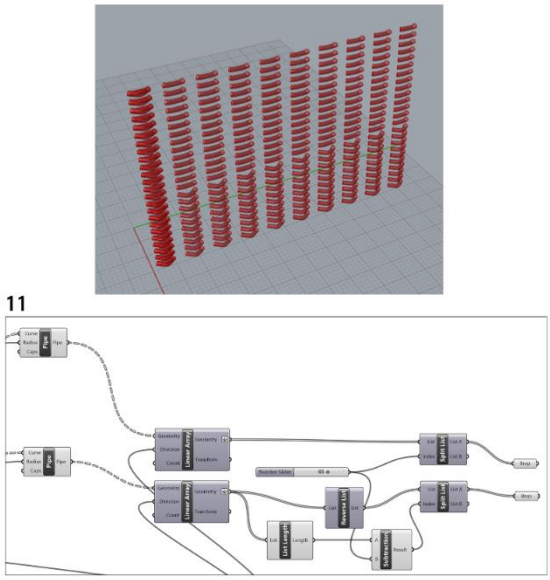


Şekil 4.13 İp kalınlığı ve dönel yüzeye yerleşim

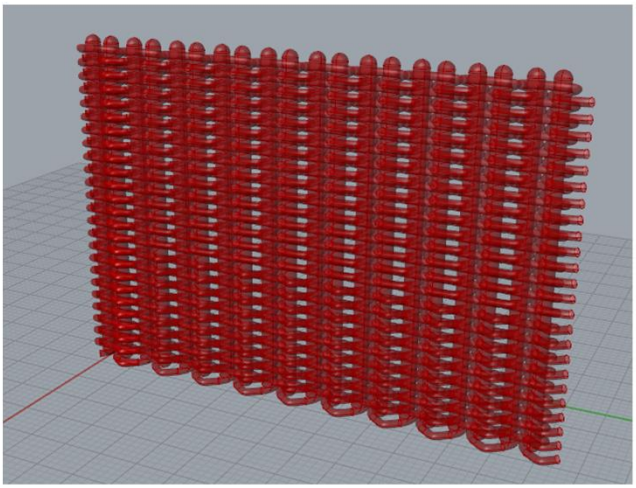




Şekil 4.14 Lineer yüzey oluşturmak amacıyla çoğaltma ve birleştirme



Şekil 4.15 Bölgesel seçim oluşturma



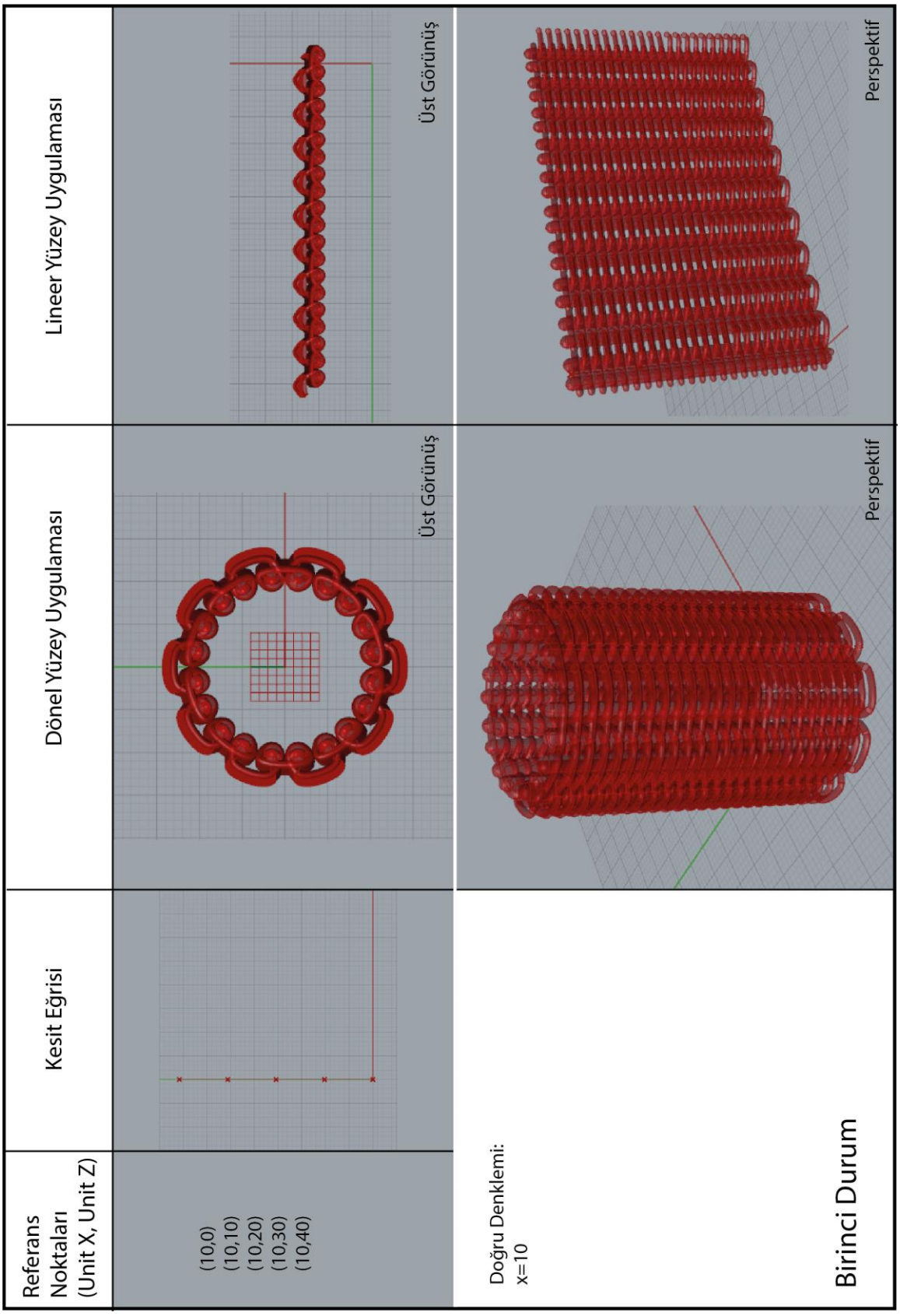
Şekil 4.16 Lineer yüzeyde dokumanın yerleşimi

4.2 Parametrelerin Değiştirilmesi ile Oluşan Yüzey Denemelerinin İncelenmesi

Tezin 2.3 bölümünde Gördes Düğümü'nü oluşturan iplerin arasındaki geometrik ilişki incelenmiştir. 4.1 bölümünde ise bu incelemeden faydalanarak düğüm parametrize edilerek kesiti değişmeyen dönel ve lineer yüzeylere uygulanmıştır. Bu bölümde ise Grasshopper üzerinde elde edilen betiğin parametrelerindeki değişimin oluşan modele etkisi ele alınmaktadır. Betikde değişken parametreler olarak kesit eğrisi, düğümler arasındaki mesafe, iki düğüm arasındaki bağlantının sıkılığı ve bölgesel ayarlanabilmesi belirlenmiştir.

Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'de verilen tablolarda kesit eğrisini oluşturan hareketli beş referans noktasının koordinatlarındaki değişimin modele etkileri incelenmiştir. Bu sırada diğer parametreler sabit tutulmuştur. Kesit eğrisi Şekil 4.6'da gösterilen üçüncü adımda elde edilmiştir. İncelenmek üzere altı tane çeşitli açılarda doğru ve eğri seçilmiştir. İlk beş durumda dönel ve lineer yüzeylerle düğümün birlikte çalıştığı, fakat altıncı durumda düğümün oluşmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.22). Bunun nedeni, Şekil 4.24'de görülen kesit eğrisi ve bu eğrilere ait denklemlerin türevini almak yolu ile her bir noktaya karşılık gelen eğim değişimi tablosunda görülmektedir. Eğriye ait eğim değişiminden de görüleceği gibi altıncı durumdaki eğim farkı 4,64'dür. Bu değerden sonra betiğin verimli çalışmadığı gözlemlenmiştir.

4.1 bölümünde değinilen 4a ve 4b adımlarında düğümlerin arasındaki aralık değeri müdahale edilebilir şekilde tasarlanmıştır. Şekil 4.23'de düğümler arasındaki aralığın (Şekil 4.2'deki t^g değeri) değişiminin modele etkisi tablolaştırılmıştır. Tabloda kullanılmak üzere yüzeye on düğüm ve beş düğüm ile yerleşim uygulanmıştır. On düğüm olduğu durumda dönel yüzeyde iki düğüm arası 36° taramaktadır. Bu durumda düğüm dizisi, mevcut yüzeye üst sırasında t^g değeri sıfır olacak şekilde yerleşmiştir. Diğer düğüm dizileri yüzeye uygun hareket etmiş ve t^g değeri aşağı inildikçe artmıştır. Lineer yüzeyde ise düğümler t^g değeri sıfır olacak şekilde yüzeye uygun yerleşmiştir.

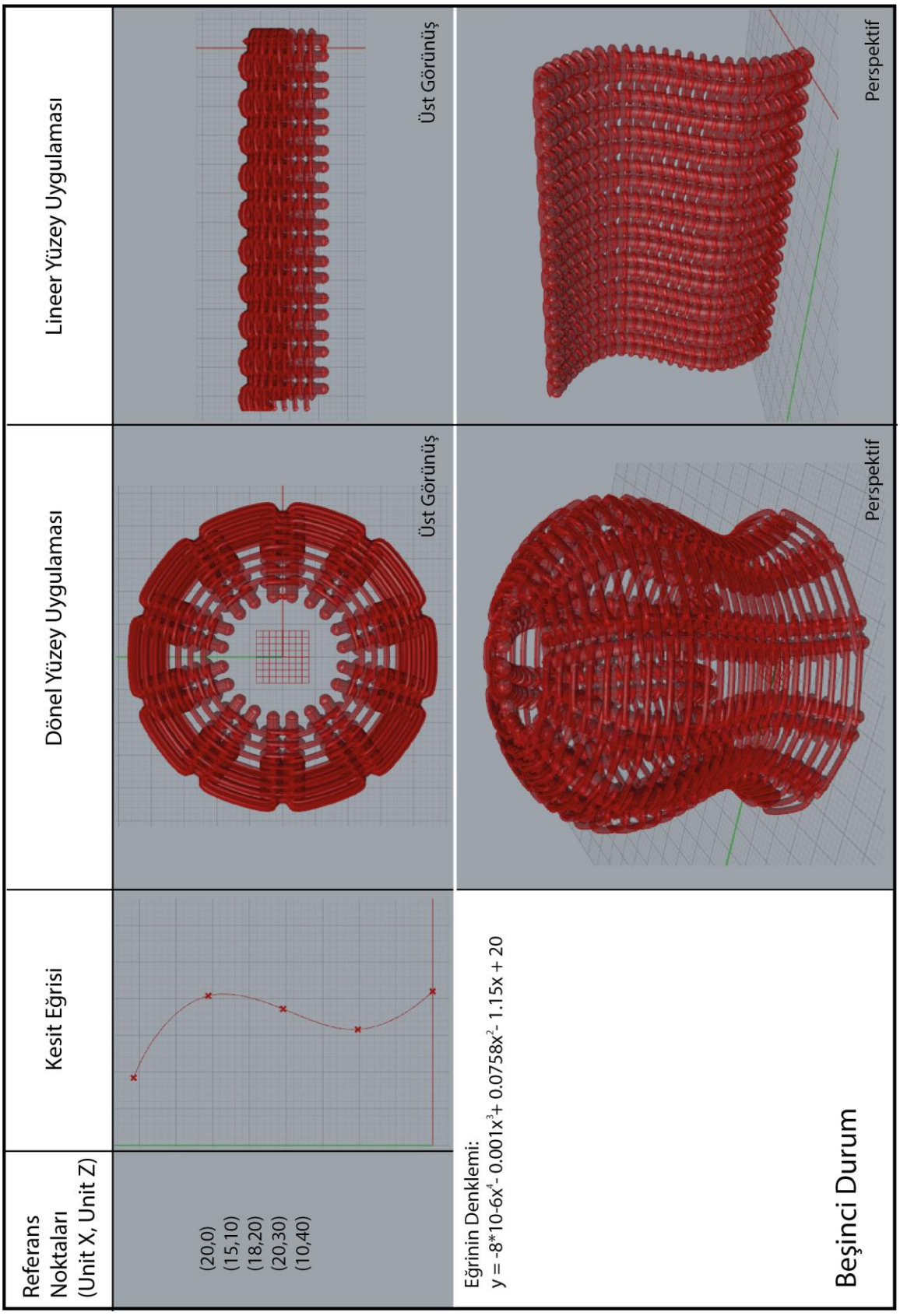


Şekil 4.17 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, birinci durum

Şekil 4.18 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, ikinci durum

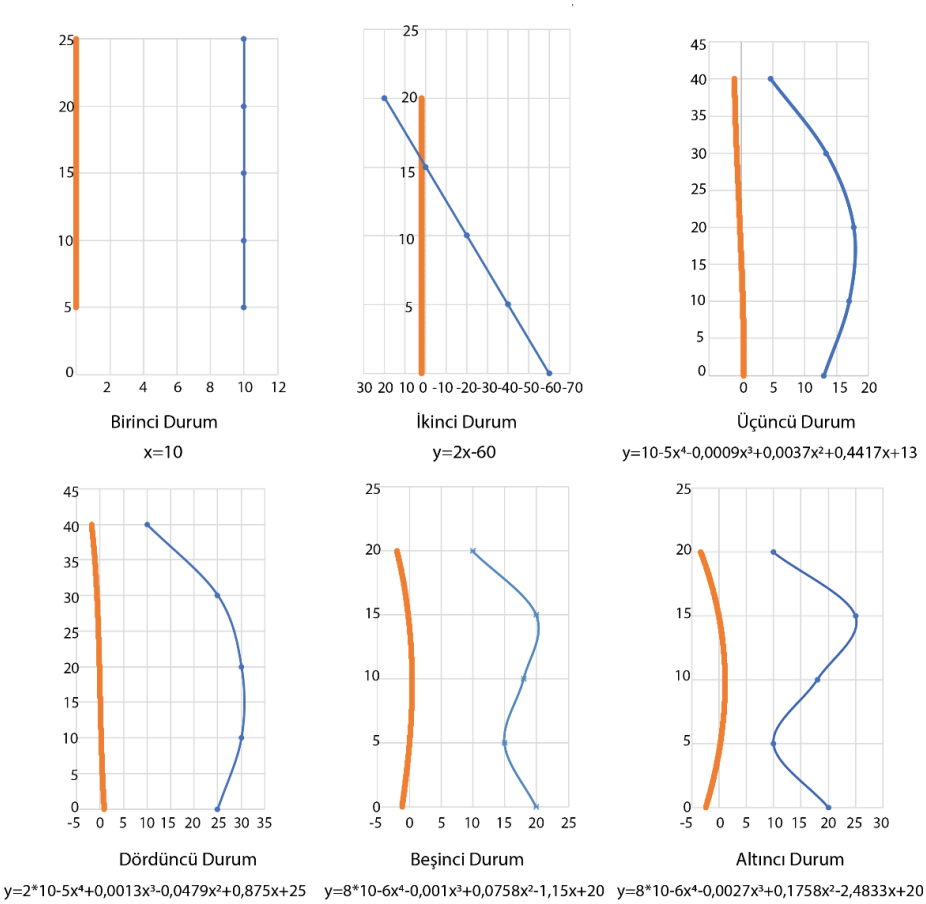
Şekil 4.19 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, üçüncü durum

Şekil 4.20 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, dördüncü durum



Şekil 4.21 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, beşinci durum

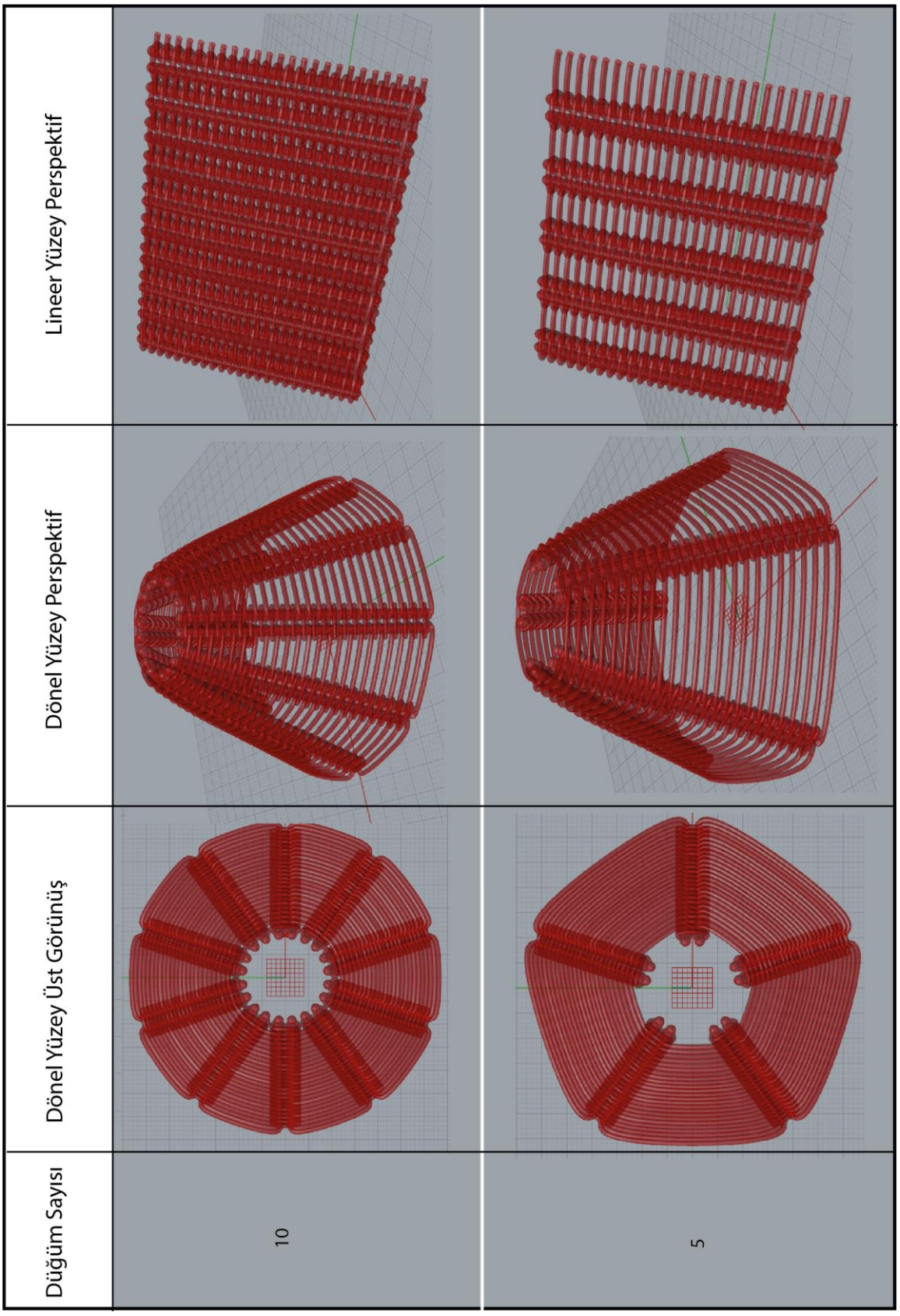
Şekil 4.22 Hareketli referans noktalarındaki değişimin modele etkisi, altıncı durum



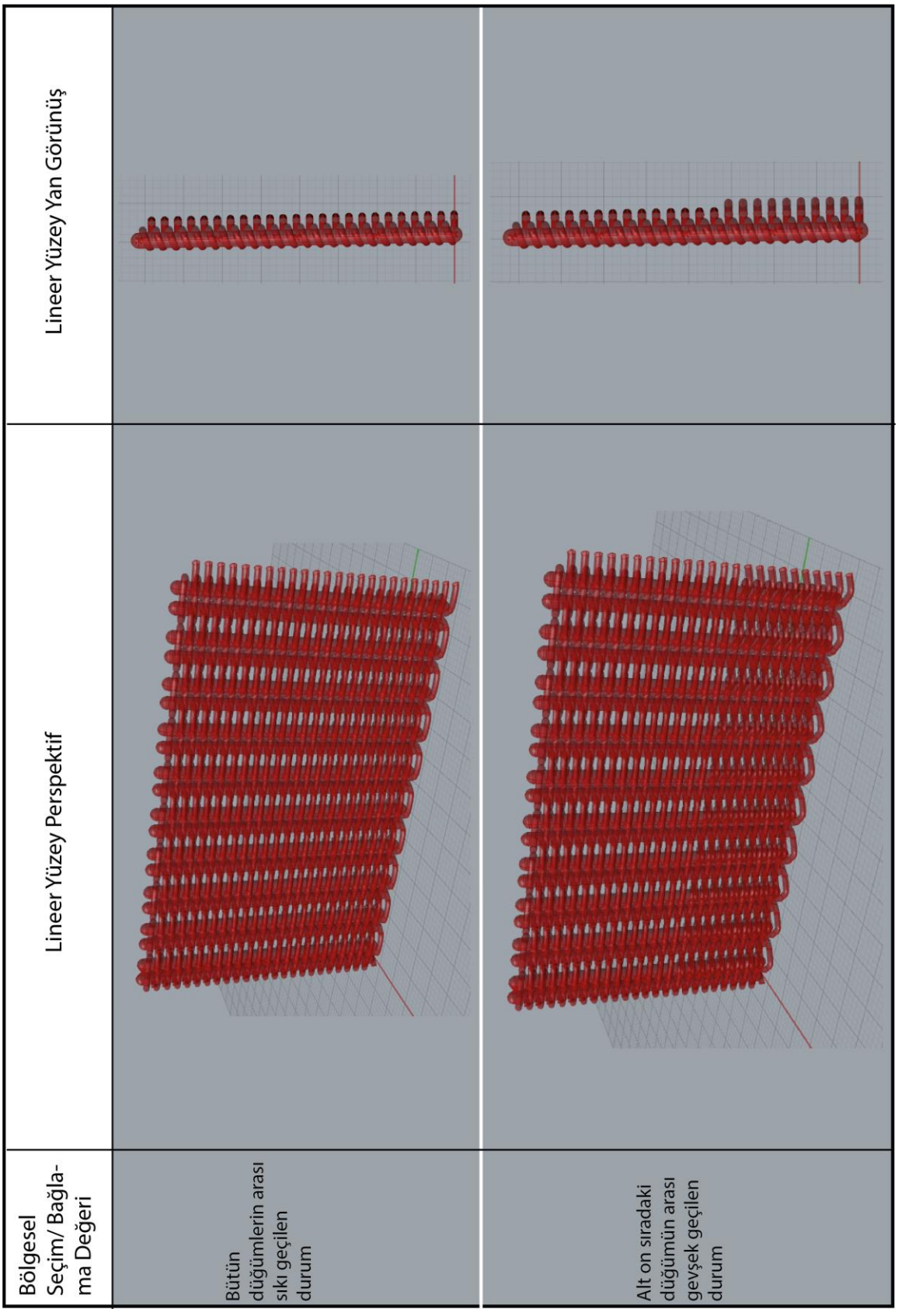
Şekil 4.23 Oluşan kesit eğrilerinin eğimi

Aynı yüzeylere beş düğüm yerleştiği durumda dönel yüzeyde iki düğüm arasındaki açı 72°'dir. Ayrıca, üst düğüm sırasında t^g değeri sıfırdan farklı olduğu için modelin ayakta duran bir yapı oluşturması malzeme seçimine bağlıdır. Lineer yüzeyde düğümler, yüzeye uygun ve aralıklı dizilmiştir.

Grasshopper üzerinde oluşturulan betikde lineer yüzeyde bölgesel seçim ile düğümler arasında farklı açılarda bağlanma Şekil 4.15'de gösterilen 11 numaralı adım ile gerçekleştirilmiştir. Diğer parametreler sabit tutularak düğümler arasında sıkı- gevşek bağlanmanın yarattığı değişimin modele etkileri Şekil 4.24'de tablolaştırılarak incelenmiştir. İlk durumda yüzey boyunca düğümler arası sıkı (n^g=m^g) geçilmiştir. İkinci durumda ise alt on sıra gevşek geçilmiştir. Gevşek geçilen alanlarda yüzeyin daha geçirgen olduğu görülmüştür. Bu parametre yapının kullanım amacına ve taşıması gereken yüke göre farklı değerlerde kullanılabilir.



Şekil 4.24 Düğümler arasındaki aralığın değişiminin modele etkisi



Şekil 4.25 Bölgesel seçim- ve farklı bağlanma değerlerinin modele etkisi

4.3 Yüzeyin Mimari Kullanımına Dair Öneriler

Bu tez kapsamında Grasshopper'da üretilen betikde, kesiti değişmeyen dönel ve lineer yüzeylerde Gördes Düğümü uygulamaları üzerine çalışılmıştır. Elde edilen modelin yüzey genişliği, yüzey yüksekliği, düğümlerin arasındaki mesafe, iplerin kalınlığı ve kesit eğrisi gibi değerleri değiştirilebilmektedir. Modelden alınan bilgiler ile farklı malzeme ve formda prototipler üretilmiştir. Şekil 4.26'da yer verilen prototipte düşey aksı oluşturan konstrüksiyon için iki milimetre çapında birbirine parallel sekiz çift elektrik kablosu yüzeye sabitlenmiştir. Düğümlerin atıldığı ip için üç milimetre çapında ip kullanılmıştır. Bu prototipte, 15 santimetre çapında konik bir yüzey oluşturulmuştur. Şekil 4.27'de 5mm çaplı demir çubuk üst noktada kaynaklanarak birbirine parallel sekiz tane çubuk ve 3mm çaplı ip ile 40 cm çapında yarım küre bir yüzey çalışılmıştır. Prototiplerde düğümlerin atılması için parallel ikişerli çubukların düğümler atıldığında bir arada durduğu ve en üst düğüm sırasının arasında boşluk bırakılmaması (t^g=0) gerektiği gözlemlenmiştir. Bu bilgiler ışığında, tezin bu bölümünde elde edilen modelin gerçek ölçeğinde kendi kendine ayakta durabilen mimari uygulaması üzerine öneriler geliştirilmiştir.

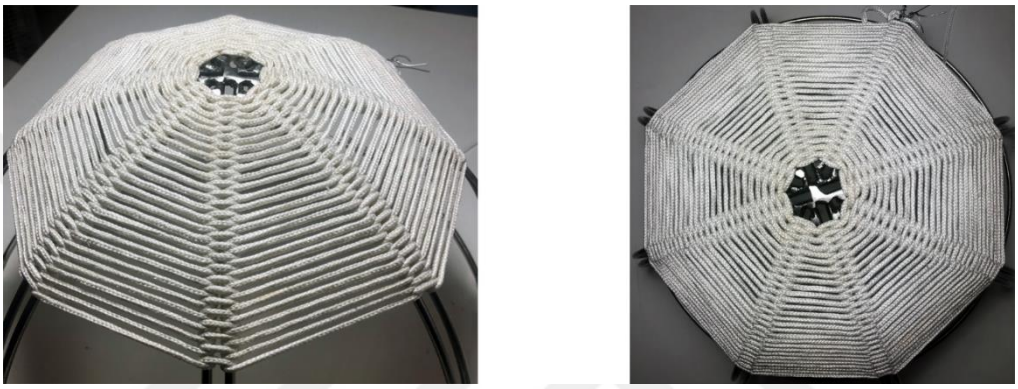
Düğümü oluşturan iplerin farklı açılarda bağlanmasıyla modelin ışık geçirgenliği değişmektedir. Yüzey geçirgenliği ve form oluşturma seçenekliliği nedeniyle, mağaza, ofis, lobi gibi farklı mahremiyet ihtiyaçları olan iç mekanlarda seperatör olarak kullanılmak için uygundur (Şekil 4.28).

Kendi kendine ayakta durabilen dönel formlar oluşturulabilmesi nedeniyle, kapalı bir mekan (örneğin sergi alanı) olarak kullanılması yoluyla kullanıcılara farklı deneyimler sunulabilir (Şekil 4.29).

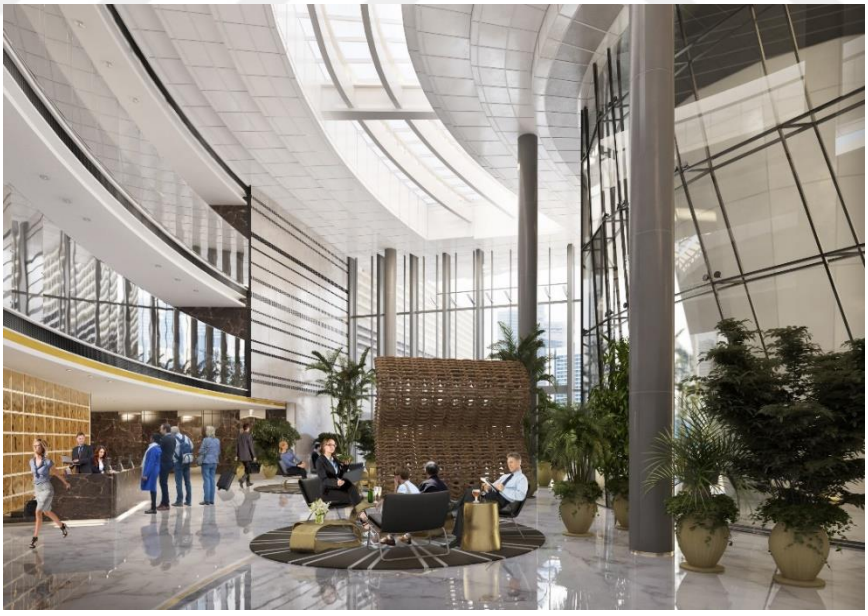
Düğümlerin atıldığı ip için kendir, sisal, jüt, abaka, hasır gibi doğal halatlar tercih edilmedilir. Doğal malzemeden yapılan halatların dayanımını artırmak amacıyla, silikon gibi şeffaf kaplama malzemeleri tercih edilmelidir. Uygulama alanına göre polipropilen, naylon, polyester halat gibi daha hafif yapay polimer bazlı mazlemeler veya çelik halat da tercih edilebilir. Yatay konstrüksiyon için ise, çelik, alüminyum, ahşap - ahşap katkılı, kompozit, cam elyafı takviyeli plastik (GFRP) ve poliüretandan üretilmiş parçalar kullanılması önerilmektedir.



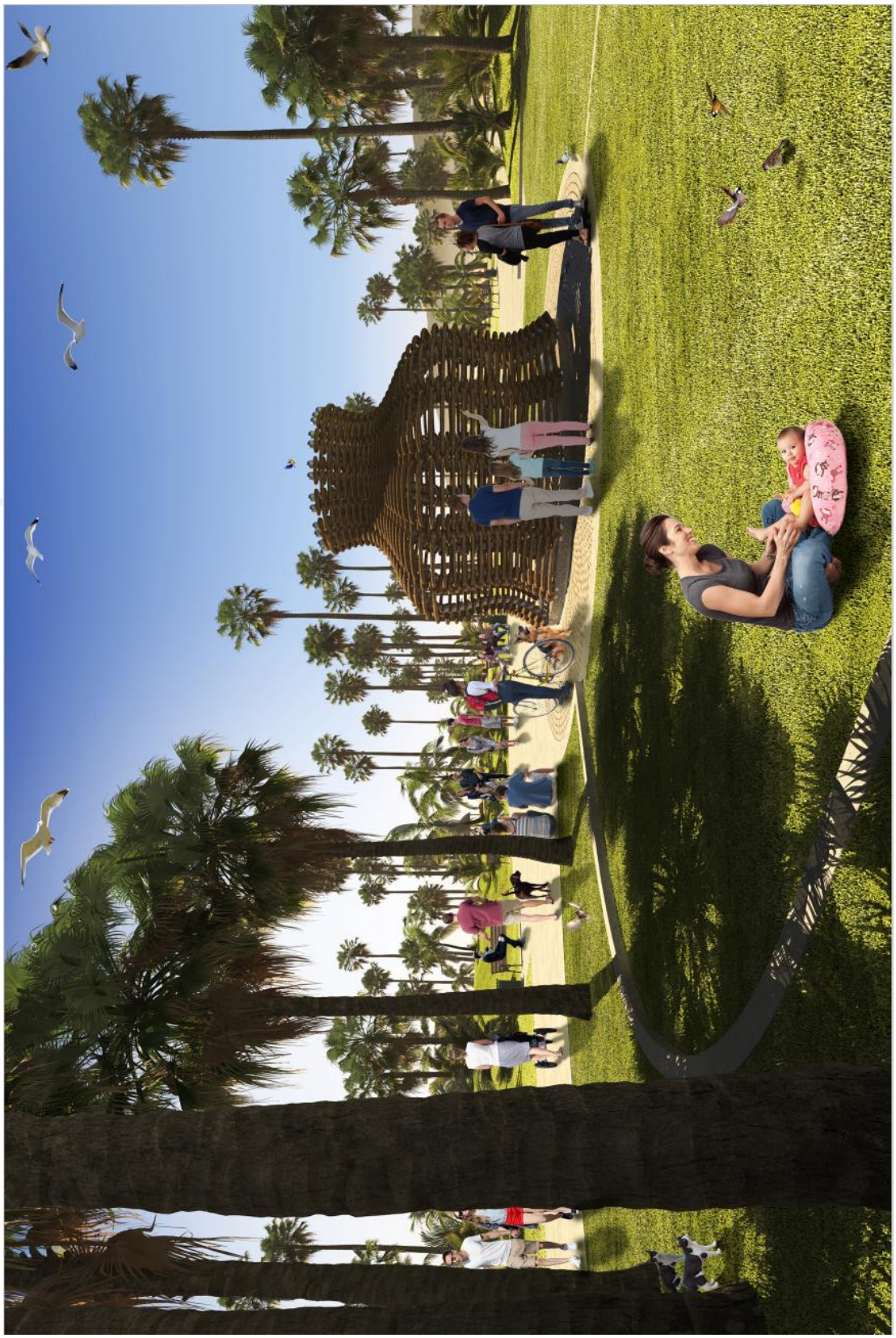
Şekil 4.26 Konik yüzeyde oluşturulan prototipe ait görseller



Şekil 4.27 Kürede oluşturulan prototipe ait görseller



Şekil 4.28 Lineer yüzeyde kullanım önerisi



Şekil 4.29 Dönel yüzeyde kullanım önerisi

5
Sonuç ve Öneriler

Bu tez kapsamında yapılan çalışmada, Gördes Düğümü'nün dokuma disiplini, kurallar dizisi ile hesaplamalı ortamda yeniden oluşturularak, mimari yüzeyler oluşturma denemesi yapılmıştır. Çalışmada, geleneksel dokuma yönteminden yola çıkarak hesaplamalı dokuma yüzeyler elde edilmesinin nedeni, geleneksel zanaatın nostaljik korunması ile ilgili değildir. Bunun nedeni, geçmiş tarihlerde mimarlık ve tasarım alanına sağladığı esneklik, değişkenlik gibi avantajlar nedeniyle kullanılan dokuma tekniklerinin mimarlıkta sayısal ortam aracılığıyla sistematize edilip tasarım alanında farklı kullanım biçimlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve Gördes Düğümü özelinde mimari tasarımı kavramsal ve fiziksel olarak zenginleştirme çalışmaları üzerine bir öneri sistem oluşturmaktır. Oluşturulan sistemde, tasarım hesaplanabilir ve yenilenebilir hale getirilmiştir. Bu tez kapsamında yapılan çalışma, geleneksel dokuma ve mimari dokumayı, dokuma ilkelerinin disiplinler arasında uygulanması yoluyla birleştirerek, geleneksel el sanatlarının çağdaş mimaride kullanımı ile ilgili potansiyelleri araştırmak üzerine bir adımdır.

Dokuma tarihte ve günümüzde, gelenekli kimlik açısından çok önemli bir rol taşımaktadır. Dokuma ürünlerin kolayca tüketilen endüstri ürününe dönüşmesini önleyecek en yaratıcı yolların geliştirilmesi gereklidir. Bu nedenle, günümüzde sürdürülen ve dokumacılığın geleceği açısından, üzerinde en büyük duyarlılıkla durulması gereken yönüdür [31].

Günümüzde dokumanın mimaride kullanımı üzerine dijital üretim sistemleri, sayısal ortama geçiş gibi farklı yelpazelerde dikkat çekici çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin, Zaha Hadid Mimarlık ve ETH Zurich tarafından üç boyutlu dokuma tekniği farklılaştırılarak 2018 yılında yapılan KnitCandela isimli çalışmada kalıp kullanmadan daha fazla açıklık, daha ince beton ile geçilmiştir. Stuttgart Üniversitesi'nde 2012, 2013, 2014 ve 2016 yıllarında yapılan örtü çalışmalarında

cam ve karbon fiber takviyeli kompozitlerin bina ölçekli imalatını inceleyen araştırmalar yapıldı. Bu çalışmalarda, altı akslı endüstriyel robotlar ile örme işlemi yapılarak yeni malzeme ve üretim olanaklarının tasarıma etkisi araştırılmıştır [34,35].

Gördes Düğümü ile ilgili çalışmalar ise, belgeleme, kökeni, günümüzdeki kullanım alanları ve önceki kullanım alanları üzerinedir. Yapılan incelemeler doğrultusunda bu düğüm türünü geliştirme veya günümüzde kullanım alanını artırma üzerine yapılan çalışmaların oldukça kısıtlı olduğu gözlemlenmiştir. Türk Halı Sanatının oluşumunda önemli bir katkısı olan Gördes Halıları, günümüzde kaybolma tehlikesi ile yüz yüzedir. Bu köklü geleneğin yok olmaması için ciddi önlemler alınması gerekmektedir. Yapılan belirleme ve belgeleme çalışmalarının yol göstericiliğinde, bu uğraşının kültürel bir değer olması dikkate alınarak sürdürülebilirliğinin sağlanması için çözümler üretilmelidir [3].

Gördes Düğümü'nün günümüz teknolojileriyle yeniden üretimi ve farklı disiplinlerde kullanımı üzerine yapılan bu çalışmada, kesiti değişmeyen lineer ve dönel yüzeylere gördes düğüm tekniği ile yerleşim üzerinde durulmuştur. Henüz çalışılmayan bir çok geleneksel örme ve dokuma tekniğinin farklı geometrik yüzeylerde çalışılması sonucunda gelenekselden yola çıkarak dijital dokuma sistemlerinin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalarda alternatif mekan ve taşıyıcı eleman çözümlemeleri açısından çeşitli potansiyellere sahiptir.

Çalışma, ileride dijital üretim sistemleri ile sayısal ortamda yeniden yorumlama ve geliştirme, gerçek ölçeğinde üretim gibi alanlar üzerinde durulmalıdır. Tezde uygulanan geleneksel dokuma tekniğini hesaplamalı ortamda tekrar oluşturmak üzere geliştirilen kurallar dizisi çeşitlendirilerek, farklı pozisyonlarda ve ilişkilerde yerleştirilmesi sonucunda çeşitli örüntüler geliştirilme olanağına sahiptir.

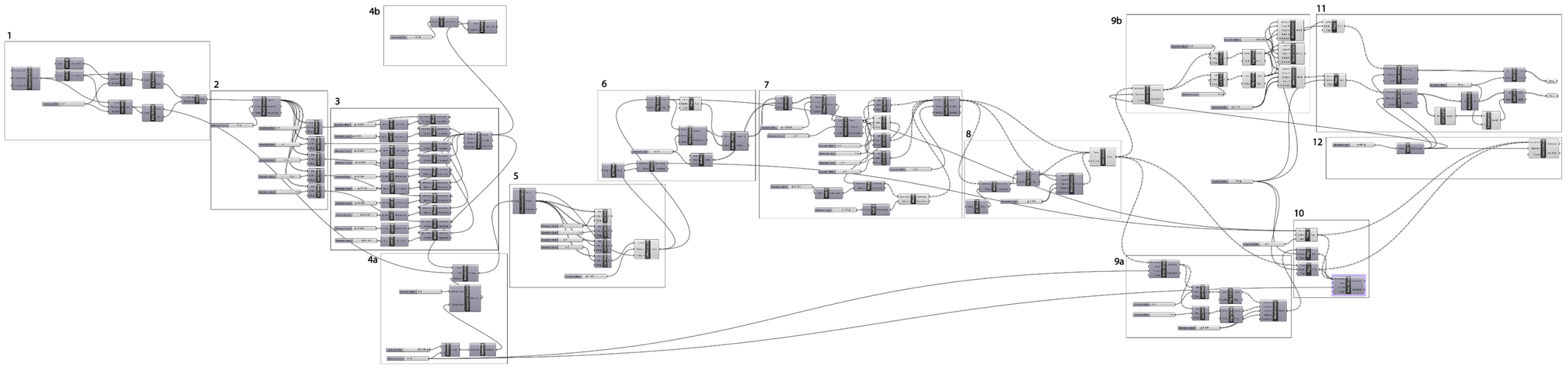
Tezde geçen betikte, lineer ve dönel yüzey oluşturmak için analog değiştirilmesi gereken, altenatifli çalışan noktalar daha gelişmiş bir kodlama dili kullanılarak betik daha parametrik hale getirilmelidir. Böylece tezde kullanılan betikte el ile müdahale edilen noktalara gerek kalmadan yüzeye göre kendini adapte edebilen dokuma yapılar elde edilebilir.

İleride, oluşturulan algoritmadan elde edilen sonuç geliştirilerek diğer yüzey oluşturan ve taşıyıcı özelliği olan düğümler için de oluşturulabilir ve geçilmesi gereken açıklık, dış etkenler gibi değişkenleri girdi olarak alan, altı akslı endüstriyel robot merkeze yerleştirilerek dokuma yüzeyler elde edilen parametrik bir tasarım uygulanabilir.

Sonuç olarak, algoritmalar yalnızca çağdaş dijital teknolojiye uygulanabilir olarak algılanmamalıdır. Bunun yerine, mevcut geleneksel üretim tekniklerinde yerleşik algoritmaları günümüz teknolojisinde güncellemek yoluyla disiplinlerarası tasarımlar elde edilmelidir. Bu tür algoritmaları tanıyarak ve tasarım sürecine dahil ederek, tasarımcılar gelenek ile gelen algısal yöntemlerin ardındaki sezgileri daha açık hale getirebilir ve sayısal ortamdan alınan desteği optimize edebilirler

A

Grasshopper’da Oluşturulan Betik



Kaynakça

[1] J. Gillow, B. Sentance, “World Texdles: A Visual Guide to Traditional Techniques”,Thames & Hudson, Londra, 2005.

[2] O. Frei, K. Bach, “IL22. Stuttgart: Institut für Leichte Flächentragwerke”, 1988.

[3] T. Suvacı, S. Etikan, “Gördes Halılarında Görülen Değişim ve Nedenleri”, Süleyman Demirel, 2004.

[4] A. Uğurlu, “Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi, Cilt 1. İstanbul”, Yem Yayınları, 1997.

[5] Ç. Aytaç, “El Dokumacılığı”, Ankara, Milli Eğitim Basımevi, 1997.

[6] L. Philpott, “Knotted fabrics, Specialist Yarn and Fabric Sturctures”, Woodhead Publishing Limited: 318-332, 2011.

[7] C. W. Ashley, “The Ashley Book of Knots”, Faber and Faber, Londra, 1993.

[8] Ö. Barışta, “Türk El Sanatları”, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, 1998.

[9] K. K. Goswami, “Developments in handmade carpets: introduction”, Advances in carpet manufacture: 138- 268, Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 2009.

[10] Anonim, “El Dokumacılığı Temel Ders Kitabı”, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1982.

[11] "Jufti knot in carpets - Carpet Encyclopedia | Carpet Encyclopedia", Carpetencyclopedia.com, 2005. [çevrimiçi]. https://www.carpetencyclopedia.com/manufacturing/knots/jufti-knot. [15Nisan 2019].

[12] "Tibetan knot in carpets - Carpet Encyclopedia | Carpet Encyclopedia", Carpetencyclopedia.com, 2005. [çevrimiçi]. https://www.carpetencyclopedia.com/manufacturing/knots/tibetan-knot. [15Nisan 2019].

[13] C. Tattersall, “Notes on Carpet-Knotting and Weaving”, London: Victoria and Albert Museum, 1961.

[14] J. Wild, P. Walton Rogers, "Creature Comforts at Vindolanda: Two Unique Wool Mats with Knotted Pile", Britannia, vol. 49: 323-333, 2018. Available: 10.1017/s0068113x18000259.

[15] G. Semper, H. Mallgrave, W. Herrmann, The four elements of architecture and other writings. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

[16] D. Brown,” Incas: lords of gold and glory”, Alexandria, Va: Time-Life: 98, 1992.

[17] "This Suspension Bridge Is Made From Grass", 2018. [çevrimiçi]. https://www.nationalgeographic.com/travel/destinations/south-america/peru/inca-grass-rope-bridge-qeswachaka-unesco/. [2 Nisan 2019].

[18] D. Brown," Incas: lords of gold and glory", Alexandria, Va: Time-Life: 98, 1992.

[19] J. Lazarova, "Haduwa Arts & Culture Insitute | urbanNext", Urbannext.net, 2015. [çevrimiçi]. Available: https://urbannext.net/haduwa-arts-culture-insitute/. [9 Nisan 2019].

[20] "Beijing National Stadium, 'The Bird's Nest' - Verdict Designbuild", Verdict Designbuild, 2019. [çevrimiçi]. https://www.designbuild network.com/projects/national_stadium/. [11 Nisan 2019].

[21] Kwah M., "The Beijing National Stadium - Beijing Olympic Architecture in Retrospect II", Studio International - Visual Arts, Design and Architecture, 2009. [çevrimiçi]. Available: https://www.studiointernational.com/index.php/the- beijing-national-stadium-beijing-olympic-architecture-in-retrospect-ii. [11 Nisan 2019].

[22] M. Kwok, "The National Stadium Beijing", Architecture and Urbanism No. 022 (2008:08): 77, 2008.

[23] "Ayuntamiento de Zaragoza.Monumentos. Pabellon de Aragon", Zaragoza.es. [çevrimiçi] http://www.zaragoza.es/ciudad/turismo/en/que-visitar/detalle_Monumento?id=476. [15 Nisan 2019].

[24] M. Fairs, "Spanish Pavilion at Shanghai Expo 2010 by EMBT | Dezeen", Dezeen, 2010. [çevrimiçi]. https://www.dezeen.com/2010/04/26/spanish-pavilion-at-shanghai-expo-2010-by-embt/. [15 Nisan 2019].

[25] "Spanısh Pavılıon For World Expo Shanghaı 2010", Mirallestagliabue.com. [çevrimiçi]. http://www.mirallestagliabue.com/wp-content/uploads/2010/06/Spanish-Pavillion-for-World-Expo-Shanghai-2010.pdf. [15Nisan 2019].

[26] "Centre Pompidou-Metz / Shigeru Ban Architects", ArchDaily, 2014. [çevrimiçi]. https://www.archdaily.com/490141/centre-pompidou-metz-shigeru-ban-architects. [15Nisan 2019].

[27] R. Muslimin, "ETHNOCOMPUTATION: On Weaving Grammars for Architectural Design", Ph.D, Massachusetts Institute of Technology, 2014.

[28] S. Chaturvedi, E. Colmenares ve T. Mundim, "Knitectonics", ACADIA: 186-195, (2011).

[29] Q. Xing, G. Esquivel, R. Collier, M. Tomaso ve E.Akleman, "Weaving Methods in Architectural Design", ACADIA Regional 2011: Parametricism: (SPC) :59-66, 2011.

[30] D. Leatherbarrow, M. Mostafavi, "Surface architecture", Cambridge, Mass.: MIT Press, 2005.

[31] Ö. Küçükerman, "Türk Halıcılığında Kimlik Korunması", ARIŞ, no. 3, :40-47, 1997.

[32] J. Pearce, "Design Patterns", Cs.sjsu.edu. [çevrimiçi]. http://www.cs.sjsu.edu/faculty/pearce/modules/patterns/philosophy.htm. [24 Haziran 2019].

[33] M. L. Tramontin, Textile Tectonics: An Interview with Lars Spuybroek. AD: Architextiles (Architectural Design), 76/6 :52-59, 2006.

[34] "KnitCandela - Design - Zaha Hadid Architects", Zaha-hadid.com, 2018. [çevrimiçi]. Available: https://www.zaha-hadid.com/design/knitcandela/. [30 Haziran 2019].

[35] "Projects | Institute for Computational Design and Construction", Icd.uni-stuttgart.de, 2019. [çevrimiçi]. Available: https://icd.uni-stuttgart.de/?page_id=17788. [30 Haziran 2019].

[36] "4. İstanbul Tasarım Bienali", Aschoolofschools.iksv.org, 2018. [çevrimiçi]. Available:http://aschoolofschools.iksv.org/tr/#sectionschoolslink,schools,40809,tr,OKULLAR. [30 Haziran 2019].

Tezden Üretilmiş Yayınlar

İletişim Bilgisi: defnegulkayaoglu@gmail.com

Konferans Bildirileri

1. Kayaoğlu D. ve Tong T., (2018). “Development Of Ghiordes Knot With Computational Design And Digital Fabrication”, INFAD- III. International Art, Design, Fashion Congress, 55-56 Aralık 2018, İstanbul.