

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

TEKTONİK KAVRAMINDAN DİJİTAL TEKTONİK KAVRAMINA:
GELENEKSEL DOKUMA ÖRGÜ SİSTEMİNİ EKLEMELİ İMALAT
TEKNOLOJİSİ İLE YENİDEN DÜŞÜNMEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYŞE NESLİGÜL ÇEVİK

HAZİRAN 2024

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**TEKTONİK KAVRAMINDAN DİJİTAL TEKTONİK KAVRAMINA:
GELENEKSEL DOKUMA ÖRGÜ SİSTEMİNİ EKLEMELİ İMALAT
TEKNOLOJİSİ İLE YENİDEN DÜŞÜNMEK**

Ayşe Nesligül ÇEVİK

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
" YÜKSEK MİMAR "

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 / 06 / 2024

Tezin Savunma Tarihi : 26 / 06 / 2024

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Serbülent VURAL

Trabzon 2024

ÖNSÖZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak gerçekleştirilen bu çalışma, mimarlık eğitimim boyunca hep merak ettiğim gelecek teknolojiler ile geleneksel tekniğin etkileşimi konusu üzerine hazırlanmıştır. “Mimaride gelecek ve geçmiş arasında bugün ne yapabiliriz?” sorusu tezin çıkış noktasıdır. Geleneksel teknik bilginin teknolojiyle ilişkisini ele alan tez, kuramsal ve deneysel olarak iki aşamada ilerler.

Uzun ve yorucu tez yazım sürecinde, KTÜ CodeFab Laboratuvar’ı kullanımına olanak sağlayan ve danışmanlığımı yapan Prof. Dr. Serbülent Vural’a destekleri için teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca, tez süreci adımlarında bilgisiyle ve ilgisiyle desteğini her zaman yanımda hissettiğim Arş. Gör. Dr. Selin Oktan’a teşekkür ederim.

Çalışma süreci öncesinde, entelektüel bilgi birikimi sayesinde mimarlığa bakış açımın temellerini atan Yük. Mimar İlhan Kesmes’e, sayısal tasarım konusunun ilk tohumlarını zihnime atan Doç. Dr. Ece Kumkale Açıköz’e minnetlerimi sunarım. Lisans ve lisansüstü eğitimimde emeği geçen diğer tüm saygıdeğer hocalarıma ayrı ayrı teşekkürü bir borç bilirim.

Sonuncu ama en önemlisi olarak, hayatım boyunca maddi manevi desteğini esirgemeyen annem Özay Çevik, babam Mehmet Çevik ve canım kız kardeşlerim Dr. Sevede Çevik, Dr. Serdem Çevik’e teşekkür ederim. Ayrıca, tez sürecimin devamlılığı konusunda destekleri için geniş aile üyelerimin hepsine ve tüm çok kıymetli arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Ayşe Nesligül ÇEVİK

Trabzon 2024

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tektonik Kavramından Dijital Tektonik Kavramına: Geleneksel Dokuma Örgü Sistemini Eklemeli İmalat Teknolojisi İle Yeniden Düşünmek” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Serbülent VURAL sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 26/06/2024

Ayşe Nesligül ÇEVİK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	2
1.3. Çalışmanın Yöntemi.....	4
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR 1	7
2.1. Literatür Taraması	7
2.1.1. Tektonik Kavramı	7
2.1.2. Gottfied Semper, Tekstil ve Tektonik	10
2.1.3. Eduard F. Sekler, Yapısalıcı Yaklaşım ve Tektonik	14
2.1.4. Kenneth Frampton, Fenomenolojik Yaklaşım ve Tektonik.....	17
2.1.5. Dijital Tektonik Kavramı	18
2.1.6. Rivka Oxman, Yeni Yapısalıcı Yaklaşım ve Dijital Tektonik.....	20
2.1.7. DDnet Haritalama Methodu.....	23
2.1.8. Dijital Fabrikasyon.....	25
2.1.9. Eklemeli Üretim Teknolojisi.....	26
2.1.10. Mimarlık, Tekstil ve Teknoloji Etkileşimleri ve Gelişimi.....	29
2.1.11. Dijital Teknolojiler ile Tekstil Kategorizasyonu	37
2.1.12. Mimarlıkta Dokuma Örgü Tekniği	47
2.2. Bir Metot Olarak Dijital Tektonik.....	49
2.2.1. Karşılaştırmalar	51
2.2.2. Dijital Tektonik DDnet Kavram Haritası.....	55
2.2.3. Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniğinin Fabrikasyon Örnekleri.....	57
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR 2.....	62

3.1. Eklemeli İmalat Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniği ile Modül Tasarımı.....	62
3.2. Dokuma Örgü Sistemi Parametrelerinin Belirlenmesi.....	64
3.3. Belirlenen Parametrelerin Sayısal Ortama Aktarılması	66
3.4. Dokuma desenlerinin çözüm uzayının oluşturulması	73
3.5. Tasarlanan Modelin Dijital Fabrikasyon Süreci.....	76
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR.....	78
4.1. Dijital Tektonik Kavramına Ait Haritalar ve Yöntem Tablosu.....	79
4.2. Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniğine Dair Bulgular.....	82
4.3. Dijital Tektonik Analiz Yöntemiyle Üç Boyutlu Baskı Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniği Birlikteliğinin İrdelenmesi	84
5. SONUÇLAR.....	86
6. ÖNERİLER.....	89
7. KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ.....	98

ÖZET

TEKTONİK KAVRAMINDAN DİJİTAL TEKTONİK KAVRAMINA: GELENEKSEL DOKUMA ÖRGÜ SİSTEMİNİ EKLEMELİ ÜRETİM TEKNOLOJİSİ İLE YENİDEN DÜŞÜNMEK

Ayşe Nesligül ÇEVİK

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Serbülent VURAL
2024, 100 Sayfa

Tektonik kavramından dijital tektonik kavramına geçişi, dokuma örgü tekniği ve dijital fabrikasyon ilişkisi üzerinden ele almayı amaçlayan bu tez çalışması, beş aşamadan oluşmaktadır: Araştırma, analiz, üretim, irdeleme ve değerlendirme. Tezin özgün değeri, dijital tektonik kavramına yeni bir tanımlama getirmek, tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşüm sürecini tanımlamak, dijital fabrikasyon araçlarının gelişimi ile tekstil-mimarlık etkileşimine yeni bir sınıflandırma getirmek ve bu süreçleri disiplinler arası bir yaklaşımla ele almaktır. İlk aşamada, tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümü üzerine literatür araştırması yapılmış, ikinci aşamada dijital tektonik kavramı, korelasyon yöntemine dayalı ilişkilendirmeler ile kavram haritaları oluşturulmuş ve kavramın tanımı genişletilmiştir. Üçüncü aşamada, geleneksel dokuma örgü tekniği ile eklemeli imalat sistemi birlikte düşünülerek bir modül geliştirilmiş, dördüncü aşamada dijital tektonik analiz yöntemi ve geliştirilen modül değerlendirilmiştir. Bu tez, dijital tektonik kavramının uygulama çalışmalarındaki yerine dair yeni perspektifler sunar. Tez çalışmasının sonucunda, dijital tektonik kavramı geleneksel dokuma örgü tekniğinin eklemeli üretim sistemiyle geliştirilen çalışmaların geleceğe aktarımında bir metot olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tektonik, Dijital Tektonik, Geleneksel Dokuma Örgü Tekniği,
Eklemeli Üretim Teknolojisi.

Master's Thesis

SUMMARY

FROM TECTONICS TO DIGITAL TECTONICS: RETHINKING THE TRADITIONAL WEAVING SYSTEM WITH ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY

Ayşe Nesligül ÇEVİK

Karadeniz Technical University
Institute of Science and Technology
Department of Architecture
Supervisor: Prof. Dr. Serbülent VURAL
2024, 100 Pages

This thesis aims to examine the transition from the concept of tectonics to digital tectonics through the relationship between weaving techniques and digital fabrication. The study consists of five stages: research, analysis, production, examination, and evaluation. The unique value of the thesis lies in providing a new definition to the concept of digital tectonics, outlining the transformation process of the tectonic concept into digital tectonics, offering a new classification for the interaction between textile and architecture through the development of digital fabrication tools, and addressing these processes with an interdisciplinary approach. In the first stage, a literature review was conducted on the transformation of the tectonic concept into digital tectonics. Secondly, concept maps were created based on correlation methods to expand and redefine the concept of digital tectonics. In the third stage, a module was developed by combining traditional weaving techniques with additive manufacturing systems. In the fourth stage, the digital tectonic analysis method and the developed module were evaluated. This thesis offers new perspectives on the application of the digital tectonic concept in practice. As a result of the thesis, the concept of digital tectonics has been identified as a method for transferring studies developed with the traditional weaving technique and additive manufacturing system into the future.

Keywords: Tectonic, Digital Tectonic, Traditional Weaving Technique, Additive Manufacturing Technology.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa no</u>
Şekil 1. Tez çalışmasının kapsamı.....	4
Şekil 2. Tezin strüktürü	6
Şekil 3. Tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşüm sürecinde değişen tanımlamalar zaman çizelgesi.....	9
Şekil 4. Semper'in en temel tektonik bileşen olarak nitelendirdiği düğüm.....	11
Şekil 5. Düğümün geometrisi	11
Şekil 6. Frei Otto diyagramları	12
Şekil 7. Semper'in bakış açısıyla tektonik	13
Şekil 8. Semper'in dokuma örgü tekniği çizimleri	13
Şekil 9. Semper'in örgü tekniği çizimleri	13
Şekil 10. Saussure'nin anlam üçgeni.....	15
Şekil 11. Eduard F. Sekler'in konseptinden tektonik yaklaşım grafiği.....	15
Şekil 12. Sekler'in bakış açısıyla tektonik	16
Şekil 13. Frampton'nun bakış açısıyla tektonik.....	18
Şekil 14. Tektonik kavram diyagramı	19
Şekil 15. Mitchell'in dijital tektonik kavramı kavramını oluşturması	19
Şekil 16. Dijital tektonik kavram diyagramı	20
Şekil 17. DDnet örnek diyagram gösterimi	24
Şekil 18. Robotik fabrikasyon ddnet diyagramı	25
Şekil 19. Sayısal üretim araçları, sınıflandırmaları ve metotları	26
Şekil 20. Exlab: Robotik kil 3b baskı	28
Şekil 21. Winsun Co. İlk 3 boyutlu baskı evi.....	28
Şekil 22. İlk tekstil - mimarlık ilişkisi örnekleri olarak çadırlar	32
Şekil 23. Tekstil mimarlık ilişkisinin zaman içinde değişim çizelgesi.....	33
Şekil 24. Dokuma örgü tekniği, örgü tekniği ve dokumasız tekstil	37
Şekil 25. Allianz Arena'nın dokumasız tekstil cephesi	38
Şekil 26. Dijital fabrikasyon ve tekstil örneği 1-.....	39
Şekil 27. Mimarlıkta örgü tekniği	40
Şekil 28. Örgü ve dijital fabrikasyon uygulama örneği 1	41
Şekil 29. Örgü ve dijital fabrikasyon uygulama örneği 2	42
Şekil 30. Örgü ve dijital fabrikasyon uygulama örneği 3	43
Şekil 31. Örgü ve eklemeli üretim uygulama örneği 1	43

Şekil 32. Arkeoloji pavyonu.....	44
Şekil 33. Dokuma örgü ve dijital fabrikasyon uygulama örneği 1	45
Şekil 34. Dokuma örgü ve dijital fabrikasyon örneği 2.....	46
Şekil 35. Dokuma örgü ve dijital fabrikasyon örneği 3.....	46
Şekil 36. Dimi dokuma örgü çeşidi ve sayısal ilişkisi.....	48
Şekil 37. Beesley & Seebohm'a göre dijital tektonik grafiği.....	49
Şekil 38. Yapısalıcı - yeni yapısalıcı- fenomenolojik yaklaşımların ilişkisi	53
Şekil 39. Dokuma örgü tekniği ve eklemeli üretim teknolojisinin çalışma prensiplerinin ortak kavramlara dair kapsamlı bir diyagram.....	55
Şekil 40. Uygulama çalışmalarında dijital tektonik kavramının yeri	55
Şekil 41. Kavramlar arakesitinde dijital tektonik	56
Şekil 42. Dijital tektonik DDnet diyagramı.....	56
Şekil 43. Geleneksel dokuma örgü tekniğinin dijital fabrikasyona geçiş metodolojisi	62
Şekil 44. Dokuma örgü çeşitleri	65
Şekil 45. Dokuma örgü çözgü, atkı ipi ve çerçeveler	67
Şekil 46. Dokuma örgü çeşitlerinin sayısal ortamda üç boyutlu görüntüsü	73
Şekil 47. Dokuma tekniği ile geliştirilen modelin sayısal ortamda perspektif görünüşü	75
Şekil 48. Dokuma tekniği ile geliştirilen modelin rhino/ grasshhopper/ladybug ısı analizi.....	75
Şekil 49. Dokuma tekniği ile elde edilen örgü çeşitlerinin üç boyutlu baskı perspektif görünümü.....	76
Şekil 50. Bütüncül kavram haritası.....	80
Şekil 51. Tez çalışmasının akış diyagramı	81
Şekil 52. Dijital tektonik kavramının analiz yöntemine dönüşümünü etkileyen kavramların haritası	82

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Mimari yaklaşım ve teorisyenler.....	22
Tablo 2. Geleneksel teknik/teknoloji araçları birlikteliğinin dijital tektonik kavramıyla ilişkisi.....	51
Tablo 3. Kavram öncülünde teorisyen bakış açılarının karşılaştırılması.....	52
Tablo 4. Dokuma örgü tekniği ve eklemeli üretim teknolojisi çalışma prensibine dair ortak kavram tablosu	54
Tablo 5. Dijital tektonik analiz yöntemi örnek 1	59
Tablo 6 . Dijital tektonik analiz yöntemi örnek 2.....	60
Tablo 7. Dijital tektonik analiz yöntemi örnek 3.....	61
Tablo 8. Dokuma örgü parametreleri	66
Tablo 9. Aynı boyutta çerçevelere geçirilen atkı iplerinin sayısı ve sıklığı.	68
Tablo 10. Hesaplamalı tasarım programında atkı ve çözgü ipi sayılarının değişimi	69
Tablo 11. Çözgü ipinin hareket yönü	70
Tablo 12. Çözgü ipinin hareketine bağlı dolu-boş sırası	70
Tablo 13. Aynı dolu-boş sayısına sahip modelin dolu-boş sırasının değişken değişimine bağlı görünümü	71
Tablo 14. Çözgü ipinin atkı ipine olan mesafesi	72
Tablo 15. Çözgü ipinin atkı ipine olan mesafesi	72
Tablo 16. Farklı iplerde renk değişimi	73
Tablo 17. Dokuma örgü çeşidi varyasyonları.....	74
Tablo 18. Dokuma tekniği ile elde edilen örgü çeşitlerinin gerçek görünümü, parametrik modeli ve 3 boyutlu baskısı.....	77
Tablo 19. Yapılan çalışmalar ve bulgular genel ifadesi	78
Tablo 20. Tasarlanan modülün analizi	85

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Mimarlık disiplini, teknolojinin gelişimiyle sürekli bir ilişki halindedir. Dijital teknolojilerle, mimari artık sadece bir mekân, form ve işlev düzenlemesi olmaktan öte daha kapsamlı bir disiplinler arası performans optimizasyonu süreci haline gelmiştir (Huang vd., 2016). Mimari, günün teknolojik olanaklarını mimarlığın geçmiş birikimleri ile birlikte yeniden kurgular. Böylelikle, her çağın kendi yapı yapma dili oluşmaktadır. Dönemin yapı yapma dili, geleneksel tekniklerin yeni teknoloji üretim araçları aracılığıyla düşünülmesi ile ilişkilidir. Bu noktada, geleneksel zanaat yapım tekniklerinin dijital ortamda yeniden ele alınması geçmiş bilgi birikimin geleceğe aktarımında önemli bir rol oynar. Geleneksel tekniklerin dijital ortama aktarımı geçmiş ve gelecek arasında uzlaşmacı bir tavır niteliğindedir. Bu uzlaşımın gelişim evreleri tarihsel olarak tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümünü içerir.

Endüstrileşme dönemi ile yapı teknolojilerinin gelişimi zanaat ve sanatla bağların koparıldığı, standartlaşan mimari anlayışa yönelik tartışmaları beraberinde getirmiştir. Bauhaus Manifestosu ile bu anlayış, zanaat-sanat-mimari çerçevesiyle ele alınmıştır (Oktan & Vural, 2019). 21. yüzyılda dijital teknolojiler mimarlık ve zanaat dinamiklerini yeniden şekillendirmiştir. Sanayi devriminde fabrikalarda başlayan seri üretim teknolojileri günümüzde yerini dijital fabrikasyon teknolojilerine bırakmıştır. Dijital fabrikasyon üretim sürecinin içine tasarım sürecini de dahil eder. Tasarım ve üretimin birlikteliği tasarımcının tüm süreci kontrol edebilmesi ile ilgilidir. Üretimin “dijital” kısmı bilgisayar kontrolündeyken, malzemenin kendisi analogdur (Gershenfeld, 2012). İnsan faktörü ve fiziksel ortamdaki malzemenin doğası tektonik kavramıyla da ilişkiliyken, sürecin dijital boyutu bu kavramın dönüşümüne yol açar. Böylece, 19. yüzyıl - 21.yüzyıl arasında yapı teknolojisi, zanaat, mimarlık, sanat alanlarının kesişim kavramı olan “tektonik”, “dijital tektonik” kavramına evrilir. 19. yüzyıl - 21.yüzyıl arasındaki bu süreçte kavramın dönüşümü farklı mimari yaklaşımlarda çeşitli şekillerde değerlendirilir. Dijital tektonik kavramının strüktür, fenomenoloji, malzeme ve yapım potansiyeli kavramlarıyla ilişkisi kavramın mimari yaklaşımlardaki yerini belirler. Dijital tektonik terimi göreceli yeni olduğu için henüz herhangi bir alt kategoriye ayrılmamış ve kavrama dair yerleşik/ayrıntılı teorilerden söz edilememiştir (Andersson & Kirkegaard, 2006: 35). Günümüze gelindiğinde ise

değişken bu kavramın neye karşılık geldiği ve kavramın günümüz yapı teknolojisi ve geleneksel teknik bilgiler ile nasıl ilişkilendiği araştırma konusudur.

Yapı teknolojisinin gelişimi ile, geleneksel zanaat tekniklerinin dijital fabrikasyon araçlarıyla birlikte düşünüldüğü üretimler her geçen gün artmaktadır. Bu tez kapsamında, geleneksel zanaat tekniği olarak Semper'in tektonik temel bileşen olarak adlandırdığı düğüm-örgü-dokuma tekniği ve Oxman'ın tasarım sürecinde malzemeyi dahil ettiği dijital fabrikasyon aracı olan eklemeli üretim teknolojisinin birlikteliği üzerine olan çalışmalar irdelenecektir. Bu irdeleme, kavramsal olarak dijital tektonik kavramına ilişkin değerlendirmeleri ve uygulamalı olarak geleneksel olanın dijitalle aktarımını kapsar. Bu noktada, tez çalışması dijital tektonik kavramını bu aktarımın bir sonucu olarak görür ve geleneksel dokuma örgü tekniği ile eklemeli imalat teknolojisi birlikteliğinden doğan sistemin dijital tektonik kavramıyla ilişkisini keşfeder.

1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Tez çalışmasının başlangıç noktası, Gottfried Semper'in 1860 yılında yazdığı *Der Stil In Den Technischen Und Tektonischen* kitabında en temel tektonik birleşen düğümün dijital teknoloji ile günümüzde mimarlık disiplinindeki yerinin merakıdır. Tektonik kavramından dijital tektonik kavramına geçişi düğüm/dokuma örgü tekniği ve dijital fabrikasyon ilişkisi üzerinden okumak üzere yola çıkmıştır. Zaman içinde dijital tektonik kavramının ortaya çıkışı bu en temel tektonik bileşen düğümün gelişimi ile bağlantılı bulunmuştur.

Bu bağlamda çalışma;

- Tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşüm sürecinde hangi kavram ve kavram grupları ortaya çıkmıştır?
- Dijital tektonik kavramına dair alt kategoriler oluşturularak yeni bir tanımlama sunulabilir mi?
- Dijital tektonik kavramının dijital fabrikasyon-geleneksel zanaat teknikleri etkileşimindeki rolü nedir?
- Mimarlıkta dijital fabrikasyon araçlarının gelişimi ile mimarlık-tekstil etkileşimlerine dair örnekler nasıl sınıflandırılmalıdır?
- Geleneksel dokuma örgü tekniğinin dijital fabrikasyona aktarım süreci nasıl işler? araştırma soruları etrafında şekillenir.

Bu öngörü ve araştırma soruları ile başlanarak, tez çalışması tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümünü önce kuramsal daha sonra geleneksel dokuma örgünün dijital fabrikasyonla yeniden düşünüldüğü uygulamalı bir çalışma üzerinden inceler. Çalışmanın birincil amacı, geleneksel olanı dijitale aktararak geleceği temellendiren bir sistemi dijital tektonik kavramı ile keşfetmektir. Bu çıkış noktası ve araştırma soruları düşünülmüş olarak çalışmanın diğer hedefleri:

- Kavramla ilişkili diğer tüm kavramların haritasını oluşturmak,
- Kavramın bir dijital fabrikasyon tasarım metodu olarak potansiyelini araştırmak,
- Kavramı bütüncül şekilde ele almak,
- Geleneksel dokuma örgü tekniğini dijital fabrikasyon teknolojisi ile yeniden düşünen sistemi bu kavramla yeniden tanımlamak,

olarak belirlenmiştir.

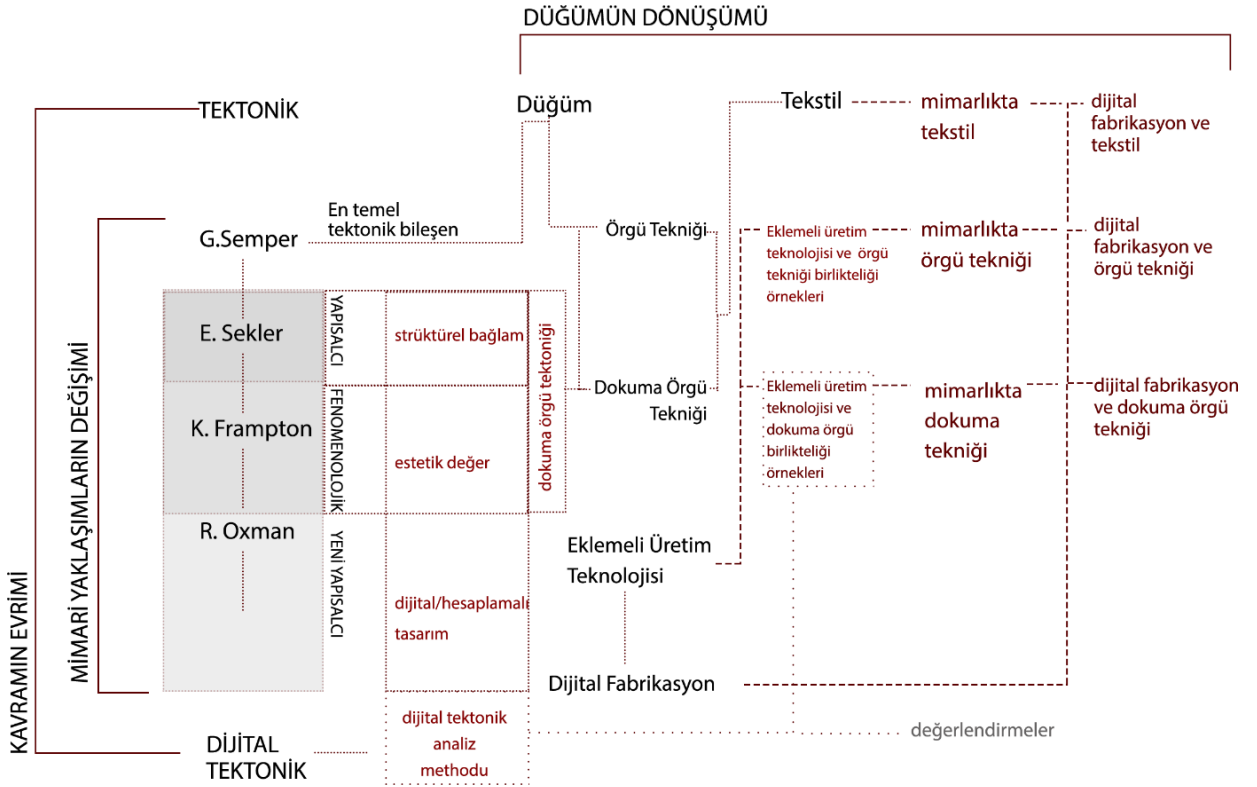
Tez çalışması, mimarlıkta disiplinler arası diğer konuları da kapsamaktadır. Bu nedenle, “tekstil ve mimarlık ilişkisi” gibi üst başlıklar kapsam dışı bırakılarak odaklanılan “dokuma örgü tekniği ve mimarlıkta eklemeli üretim sistemleri ilişkisi” gibi alt başlıklar üzerine çalışılır. Buna rağmen, literatür kısmında dokuma örgü tekniğine dair bilgi verilirken tekstil-mimarlık etkileşimlerinden bahsedilmiştir. Ayrıca, mimari yaklaşımların gelişim tarihçeleri, tez çalışmasını geliştirmeyeceği düşünülmüş olarak kapsam dışı bırakılmıştır. Bu tez çalışması, eş zamanlı gelişen/gelişmekte olan multidisipliner konu başlıklarını karşılaştırarak gelişmektedir. Bu noktada, elde edilen kapsam, bağlantılı konu başlıklarının bütünüdür. Tez, baştan sona dönüşüm serüvenlerini barındırmaktadır (Şekil 1). Bu dönüşümler:

- Tektonik kavramının dijital tektonik kavramına evrimi,
- Teknoloji ile mimari yaklaşımların değişimi,
- Kavrama dair teorisyenlerin bakış açılarının dönüşümü,
- Düğümünden dijital fabrikasyon dokuma örgü modele geçiş

olarak sıralanabilir.

Dönüşümler temelde geleneksel olanla gelecek olan arasındaki aktarımı anlatır. Bu dönüşümlerden elde edilen kavram haritaları ve grafikler, dijital tektonik kavramının dokuma örgü ve dijital fabrikasyon birlikteliği üzerinden incelenmesi, dijital tektonik kavramına ait yeni bir tanımlama geliştirilmesi, dokuma örgü tekniğini dijital ile buluşturan örnek bir tasarım modül tasarlanması bu çalışmanın sonuçları niteliğindedir.

Yürütülen tez çalışmasının özgün değeri; tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümü ile eş zamanlı diğer dönüşüm süreçlerini tanımlamak, dijital tektonik kavramına yeni bir tanımlama getirmek, dijital fabrikasyon araçlarının gelişimi ile tekstil-mimarlık etkileşimine ait yeni bir sınıflandırma yapmak, dokuma örgü tekniğini eklemeli üretim teknolojisiyle düşünen bir modül tasarlamak olarak belirlenir.



Şekil 1. Tez Çalışmasının Kapsamı

1.3. Çalışmanın Yöntemi

Tez çalışması; araştırma, analiz, üretim, irdelemeler ve değerlendirme başlıklı beş aşamadan oluşur (Şekil 2). Öncelikle problemi belirlenerek , amaç, kapsam, hedef ve yöntem ortaya konmuştur. Kapsam çerçevesinde bu beş aşamalı sürecin ilk aşaması, tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümü mimari yaklaşımlar ve kavramı geliştirilen teorisyenlerin tanımlamaları üzerinden literatür araştırması ile yapılmıştır.

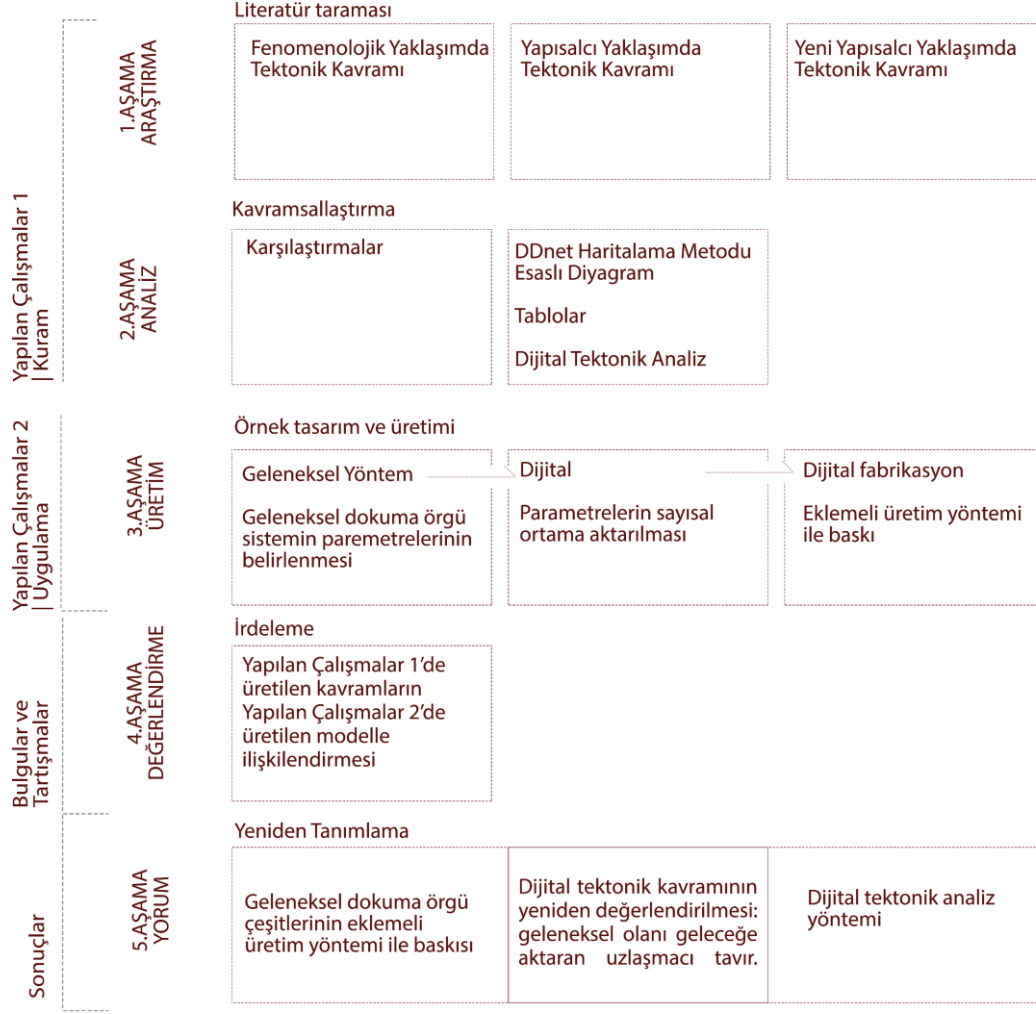
İkinci aşamada, dijital tektonik kavramının günümüz mimarlık anlayışıyla tanımı yeniden genişletilmek üzere birinci aşamada belirlenen anahtar kelimeler karşılaştırılmıştır. Birinci aşamada elde edilen kavramlar ile dijital tektonik kavramına ilişkin kavram haritaları

geliştirilmiştir. Bu haritalar doğrultusunda kavramın dijital fabrikasyonda geleneksel yapım tekniklerinin kullanımına ilişkin bir metot/yöntem potansiyeli tartışılmıştır. Bu tartışma disiplinler arası değişken dinamiklerinin birbirleriyle olan ilişkisini araştırdığı için korelasyon yöntemi kullanılmıştır (Groat & Wang, 2013). Böylece, dijital tektonik kavramı bir değerlendirme tablosu/grafîği/diyagramı olarak geliştirilmiştir. Bu diyagram doğrultusunda örnekler incelenmiştir.

Üçüncü aşamada, Rendell (2004)'ın önerdiği mimarlıkta disiplinlerarası araştırma çalışmalarında diyagonal bir araştırma eksenini oluşturmak amaçlı, teoriyle birlikte uygulama (*practice*) yapmak esas alınmış ve bir modül geliştirilmiştir. Modül geleneksel dokuma örgü tekniğini eklemeli imalat sistemi ile yeniden düşünür. Dokuma örgü tekniği ve eklemeli imalat sistemlerinin birlikteliğinin tektoniği, dijital örgü tekniğinin çözümlenmesi ile başlayarak dijital ortamda modüller üretilmiştir.

Dördüncü aşamada, ikinci aşamada oluşturulan dijital tektonik diyagramı ile birlikte üçüncü aşamada gerçekleştirilen geleneksel-dijital-dijital fabrikasyon akışına sahip dijital dokuma örgü modül değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, araştırmanın çıkış noktası olan Semper'in düğümünün dijital dokuma örgü modülüne evrim sürecini de kapsar. Böylece, araştırma sorularına yanıtlar aranır.

Beşinci aşama, tez çalışmasının bütününün gelecek çalışmalar için potansiyel değerlendirmelerini içerir. Sonuç bölümü, tezin erişmek istediği ana kararların bir çıktısı niteliğindedir.



TEKTONİK KAVRAMINDAN DİJİTAL TEKTONİK KAVRAMINA: GELENEKSEL DOKUMA ÖRGÜ SİSTEMİNİ ROBOTİK FABRİKASYON TEKNOLOJİSİ İLE YENİDEN DÜŞÜNMEK

Şekil 2. Tezin Strüktürü

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR 1

2.1. Literatür Taraması

2.1.1. Tektonik Kavramı

Tektonik, “tekton” ve “techne” kelimelerinden türeyen ve kökeni Yunancada *tektonikos* kelimesine dayanan bir kavramdır (Maulden, 1986). Tektonik kavramı 19. yüzyılda K. Botticher ve G. Semper tarafından açıklanan mimarlıkta yapısal ve kültürel konuları bir aralık çoklu anlamlar taşımaktadır (Al-Alwan & Mahmood, 2020). Kavramı, kullanışlılık ve sanatsal tasarımla ilişkili yapı bilimi veya sanatı olarak tanımlayan Maulden’e (1986) göre, tektonik biçim ve biçimin ardındaki düşünce ile ilgilidir. Schmidt’in (2007) *The Tectonic Practice: In The Transition From The Predigital To The Digital Era* adlı yazısında tektonik kavramı üzerine araştırma yapan araştırmacıları üç grupta inceler: Tarihsel, geleneksel ve dijital.

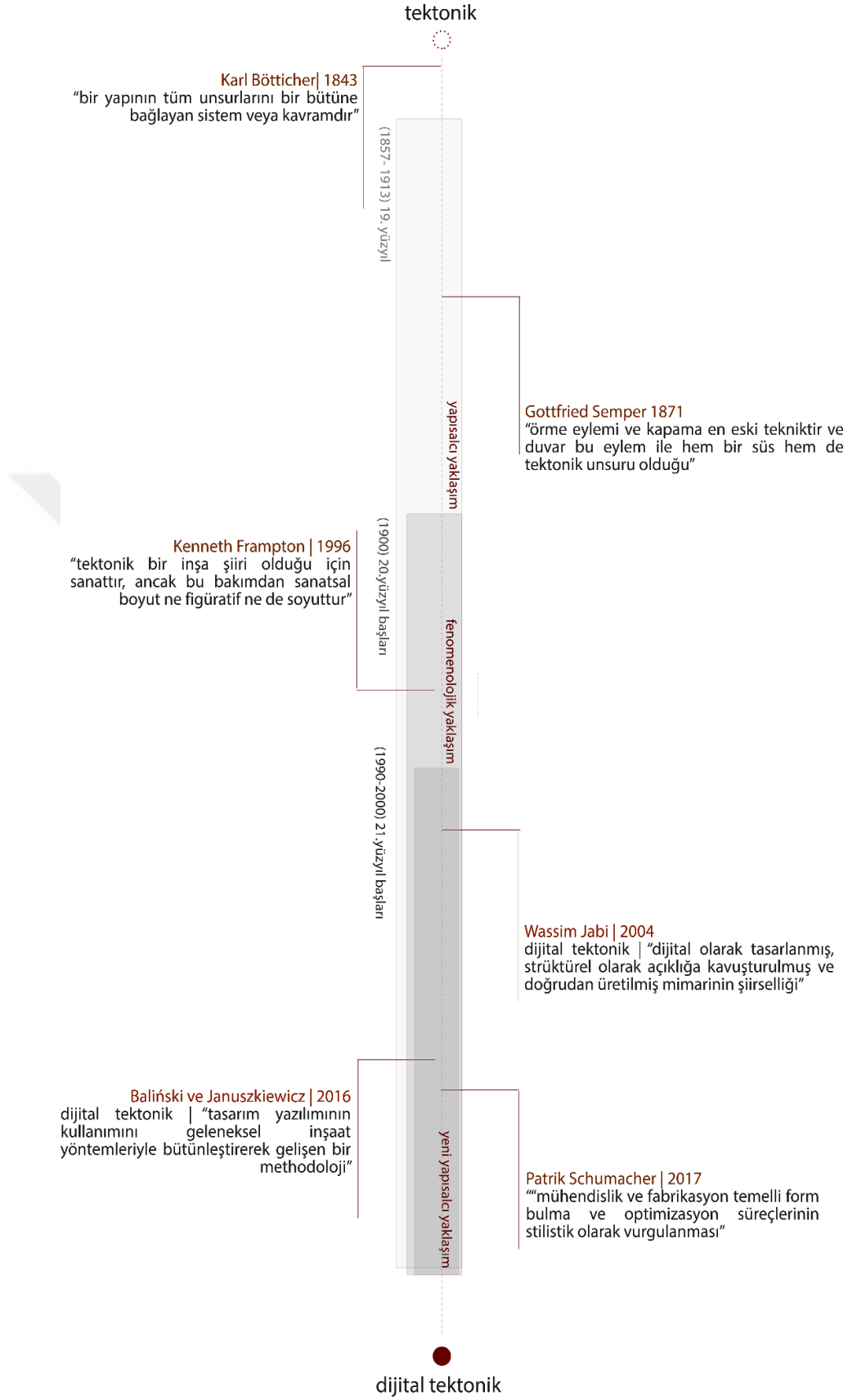
- Tarihsel grup, Gottfried Semper ve Carl Bötticher gibi 19. yüzyıl figürlerinden oluşur ve teknolojinin mimari ifade üzerindeki etkisini farklı şekillerde yorumlar.
- Geleneksel grup; Kenneth Frampton ve Anne Beim gibi 20. yüzyıl ortalarından sonlarına kadar tektonik terimini yeniden tanımlar.
- Dijital çağın yazıları, dijital tektonik üzerine odaklanır. Bu gruba Philip Beesley ve Thomas Seeborn, Jeremy Ham, Wassim Jabi, Neil Leach ve diğerleri dahildir. Bu yazarlar, dijital teknolojinin mimari tektonik üzerindeki etkisini inceler ve bu alandaki gelişmeleri ele alır.

Tektonik kavramının gelişimini erken dönemde tanımlayan teorisyenler Botticher, Semper, Sekler ve Frampton’dır (Andersson ve Kirkegard,2016). Anderson ve Kirkegard’a (2016)’ göre, bu teorisyenlerin tektonik kavramına dair anahtar kelimeleri şöyle verilmiştir:

- Botticher: Strüktür ve sembol / Birleştirici konsept
- Semper: Malzeme ve metot / Detaylar ve eklemleme
- Sekler: Strüktür ve konstrüksiyon / Tektonikle güçlendirme
- Frampton: Kusursuz Strüktür / Eklemleme detayı

Tektonik kavramının tanımı üzerine çok sayıda teorisyen belirli tanımlamalar getirmiştir (Şekil 3). Bu tez kapsamında tektonik kavramı tanımlarına dair araştırılmak üzere, tarihsel grup içinden malzeme-metot çalıştığı için Gottfried Semper, geleneksel

dönemden Kenneth Frampton ve tektoniği bir güçlendirme/geliştirme yöntemi görme bakış açısından dolayı Eduard F. Sekler seçilmiştir. Tarihsel süreç içinde bu üç teorisyenin çalışmaları farklı mimari yaklaşımların ortaya çıkışı ile eş zamanlı ilerlemektedir. Antoine Picon (2019) *Mimarlığın Maddiliği* adlı eserinde, her çağın kültürü ile o çağda egemen olan tektonik anlayışlar arasında benzerlik kurar ve çağın kültürü ile egemen tektonik anlayışlar arasındaki benzeşimlerin varlığına işaret eder (Çavdar,2020). Teorisyenlerin bakış açılarındaki değişim tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümünü açıklarken, mimari yaklaşımların yapı yapmayı/mimarlığı ele alış biçimleri teknolojinin de ilerlemesi ile dönüşmüştür. Bu dönüşümlerin ilişkileri birbirleri ile ilintili bulunmaktadır. Bu ilişkileri çözümleyebilmek için öncelikle teorisyenlerin tektonik kavramına dair tanımları ayrı ayrı ele alınır, daha sonra bu tanımlamaların hangi mimari yaklaşımla benzer söylemler olduğu tartışılır.



Şekil 3. Tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşüm sürecinde değişen tanımlamalar zaman çizelgesi

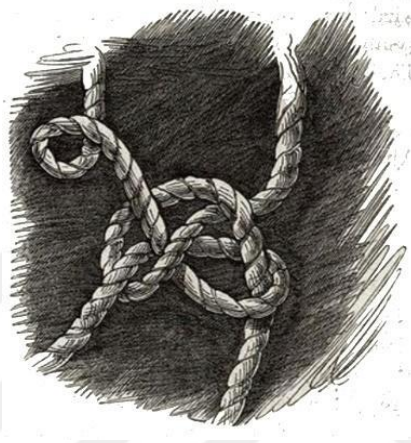
2.1.2. Gottfried Semper, Tekstil ve Tektonik

“Semper’in ünlü olduğu kavram, *Stoffwechselthese*, malzemelerin dönüşümüdür, binaların artık tekstilden yapılmadığı, ancak tekstilin taş, çeliğe ve diğer bileşen parçalara dönüştürüldüğü anlamına gelir. Dolayısıyla, maddeyi dolduran fikir değil, diğer malzemelerdir. Örneğin, taşta bulunan tekstil. Bu soyut bir materyalizmdir, bizi aynı anda hem idealizmden hem de gerçekçilikten kurtarır. Semper bunun çok farkındaydı, “spekülatif estetik (*speculative aesthetics*)” ile “salt mühendislik” arasında bir yol izlemek istiyordu. Kelimenin tam anlamıyla “öz değişimi” ve daha da kelimesi kelimesine “yapı değişimini (*mere engineering*)”.

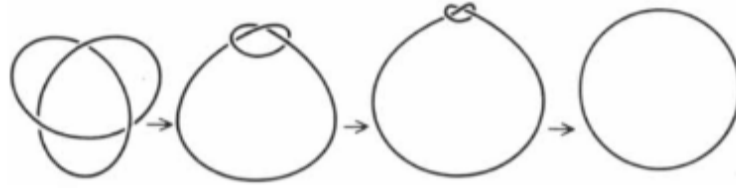
(Mubashra, Qamber & Madaan, 2021: 27)

Tektonik kavramı üzerine çalışan Gottfried Semper, *Stil in The Technical and Tectonic Arts* adlı kitabında mimarlığa dair düşüncelerini seramik, marangozluk, taş işçiliği ve tekstil ana bölümleri ile ele alır. Semper 1848 tarihli *Four Elements of Architecture* kitabında ise duvar, çatı, ocak, yığma toprak elemanlarına rast gelmeyen herhangi bir mimari biçimin var olmayacağını savunur. Yığma toprak, yapıya ait yerin -boşluğun- elemanıdır; ocak, ateş etrafında toplanılan ve kültürel aktarımın sağlandığı bir unsur; çatı, çerçeveyi kuran ve ocağı koruyan temel birleşim ve duvar, çerçeveyi kapsayarak içi dışı ayırırken bütünü toplayan elemandır (Kucker,1996). Mimarlık tarihinde tekstilin örtme, bölme ve kaplama işlevi gördüğünü söyleyen Semper; duvar elemanının tarih boyunca halılarla kaplandığını ve bir strüktürden öte anlamı olduğunu belirtir (Semper,1860). Semper’a göre (1860), tekstil esnek/gerilime dayanıklı malzemeler ile yapılır ve giydirme/kaplama işlevi görür. Ona göre, duvar ve halının temelinde örgü vardır (Semper, 1860). "Ahşap, sıva, pişmiş kil, metal veya taştan yapılan boyalı veya heykel süslemelerini yaratan sanatçılar, bilinçli olmasa da, eski halı duvarların renkli nakışlarını ve kafes işlerini taklit ederler” (Semper,1860: 104). Wrightsman’a (2016) göre, Semper fiziksel birleştirme eylemi olarak dokumayı/örmeyi temel alır ve her bir öğeye tektonik bir zanaat atar. Marangozluk çerçeve/çatı oluşturmakla ilgiliyken dokuma, duvar ögesiyle ilgilidir. Her iki tektonik zanaatın ortak fiziksel eylemin de kenetleme/birleştirme esas olandır. Semper’a göre kenetleme bir sistem ve bir matris oluşturur (Wrightsman, 2016). Her düğümün sabitlendiği konum yapısal sistemin sıkıştırıcı etkisini kullanır ve strüktür yükseltildiğinde, düğümler aslında birbirlerinin üzerinden geçerek serbest formun şekillenmesini sağlar (Thomsen vd,2012).

Semper'a göre düğüm, somut ve soyut arasında köprü kuran bağlayıcı en temel tektonik birleşendir (Şekil 4) (Semper,1860). Bir düğüm, üç boyutlu uzayda tek boyutlu bir eğridir ve aynı noktada başlar ve biter, kendisiyle kesişmez (Neuwirth, 1979; aktaran Kozlov 2018). Birden fazla düğüm, bileşen düğümlerini kırmadan bölünemeyen bağlantılar oluşturabilir Kozlov'a göre matematiksel nesneler olarak tanımlanan düğümler bilimsel yaklaşım, modern sanat, mimari, heykel, bilgisayar grafikleri ve dekoratif tasarımda onlara karşı yeni bir estetik uyandırır (Kozlov,2018).



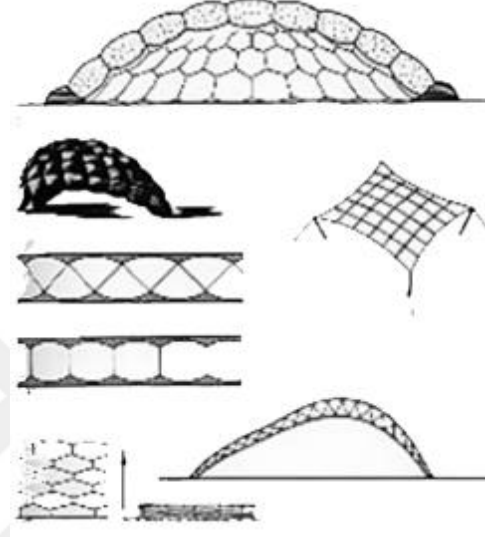
Şekil 4. Semper'in en temel tektonik bileşen olarak nitelendirdiği düğüm (Semper,1860).



Şekil 5. Düğümün geometrisi (Neuwirth, 1979)

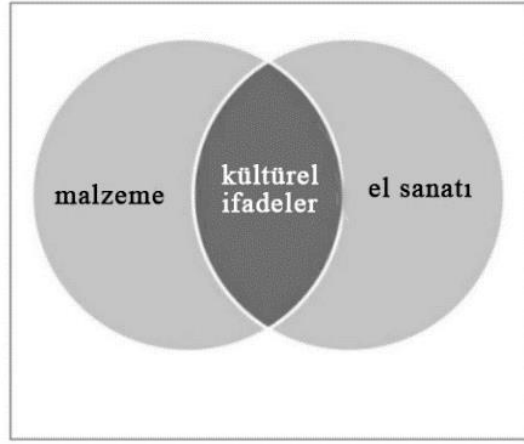
Gottfried Semper tekstilleri mimarinin kökeni olarak tanımladığında, iplerin ve kumaşların bağlama, örtme, koruma ve çevreleme yeteneğini de tanımladı. (Broughton, 2012). Düğümün birbirine kenetlenmesi; dokuma, örgü, büküm kategorilerinde gelişir ve hücrel strüktür yapıları oluşturur (Şekil 5)(Semper,1860). Semper, yün lifinin hücrel yapısını mikro teknolojilerle inceleyerek bu yapıyı makro ölçekte uygulamış ve böylece mimaride ağ sistemlerinin modellerini geliştirmede öncü olmuştur (Gezer, 2012). Semper,

mimarlığın kökeninin geçici konstrüksiyonlar veya dokuma sistem olduğunu düşünmektedir (Ekici, Blessing & Baudez, 2023). Semper ve Frei Otto, malzeme içyapı modellerinin tasarım kaynaklarının çıkış noktalarında kullanılmasının, günümüz mimarisinin strüktürel ağlarına, biçimlerine, estetiğine ve eğrilerin tiplerine katkıda bulunduğunu belirtmektedir (Şekil 6) (Gezer, 2008 b).

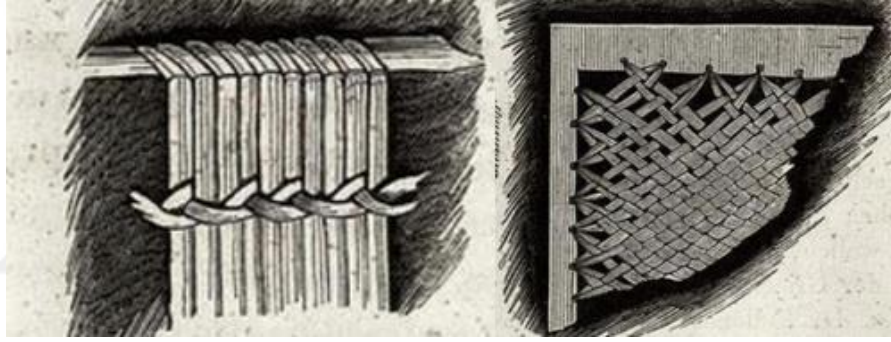


Şekil 6. Frei Otto diyagramları (Llorens, 2015).

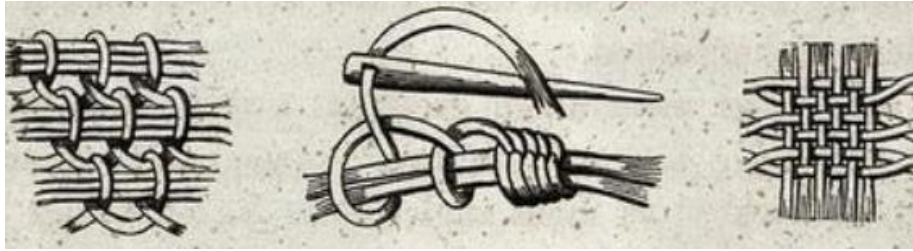
Semper'in tekstil üzerine yaptığı çıkarımlar doğrultusunda tekstilin kendine ait bir tektoniği olduğu yadsınamaz (şekil 7). Bu tektoniğin temelinde düğüm elamanı bulunurken, tekstil üretiminde düğüm sayısındaki kurallı artış ile örgü tekniği ve dokuma örgü tekniğine dönüşür. Her iki tekniğin kuralları farklılık göstermektedir. Dokuma örgü ipliklerin birbirine kenetlenmesiyle oluşturulur (Şekil 8) (Semper, 1860). Nitekim, örgü tekniği ise ipliklerin örülmesiyle veya diğer çeşitlerde basitçe bükülmesiyle oluşur (Şekil 9).



Şekil 7. Semper'in bakış açısıyla tektonik (Al-Alwan & Mahmood, 2020)



Şekil 8. Semper'in dokuma örgü tekniği çizimleri (Semper,1860)



Şekil 9. Semper'in örgü tekniği çizimleri (Semper,1860)

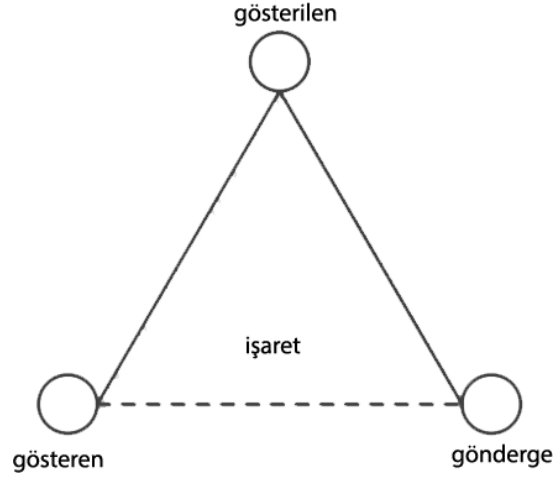
2.1.3. Eduard F. Sekler, Yapısalci Yaklaşım ve Tektonik

Yapısalcılık dilbilim sistemi içerisinde ortaya çıkan bir terimdir (Kurzweil,2017). Yaklaşımın bilinen en iyi savunucusu Claude Lévi-Strauss'dur. Levi Strauss semiyoloji/semiyotik kavramları ile oluşturulan işaret bilimi fikrini geliştirmiştir (Söderqvist,2011). İşaret biliminin ikili doğası mimarlık disiplinde de söylem olarak yerini bulur. Söderqvist (2011)'e göre, Aldo Rossi 1966 yılında yayınladığı *L'architettura della città* adlı kitabı ile yapısalcılığın temel aldığı sabitliği işaret etmektedir. Rossi'nin kitabında anıtlar ve binaların sabitliği üzerine vurgu yapılmaktadır ve 'anamlı kalıcılıklar' sözcüğünü sıklıkla kullanmaktadır (Söderqvist,2011). Lévi-Strauss'a göre, yapı bir içeriğe sahip değildir: kendisi içeriğin ta kendisidir, gerçeğin bir özelliği olarak tasarlanan mantıksal bir düzen içinde kavranır (Caws, 1968).

Mimarlıkta yapısalci yaklaşım ise; yapı, biçim ve temel düzen ile ilgilenir (Lökçe & Selçuk, 2022). Sekler (1965)'e göre, her mimari biçim, strüktür ve konstrüksiyonun birlikteliği ile oluşur. Eduard F. Sekler'a göre, strüktür kavramı soyut bir terim olarak inşaatla somutlaştırılır, yalnızca tektonik bu ikisini anlaşılır kılar (Da Souza Cruz,2016). Sekler'in tektonik terimini, "yapısal ve yapıcı mantık sistemlerinin oluşturulmasında bir araya gelmesinden doğan "empati" estetik etkisi" şeklinde yorumlamaktadır (Puig & Bruscatto ,2020). Saussure'nin anlam üçgeni yapısalcılık yaklaşımını, gönderge, gösteren ve gösterilen üzerinden ele alır (Şekil 10). Bu üçlü anlatım mimarlıkta Sekler'in strüktür, konstrüksiyon, tektonik ilişkisine benzetilebilir (Şekil11). Gösterilen şey tektoniğin kendisiyken, gösteren strüktürel prensip ve gönderge konstrüksiyon (kavramsal method) şeklinde ilişkilenebilir. Bu benzetme esasında bütünün anlamlandırılması adına geliştirilmiş iki benzer düşüncedir. Sekler, tektonik eklemlenme (empati), strüktür ve konstrüksiyon bütününün kesişimi olarak değerlendirir (Al-Alwan & Mahmood, 2020). Sekler'in tanımı da bu yapısal yaklaşım benzerliğini açıklar:

"Yapı, elle tutulamayan bir kavram, konstrüksiyon yoluyla gerçekleştirilir ve tektonik aracılığıyla görsel bir ifade kazanır" (Sekler, 1965).

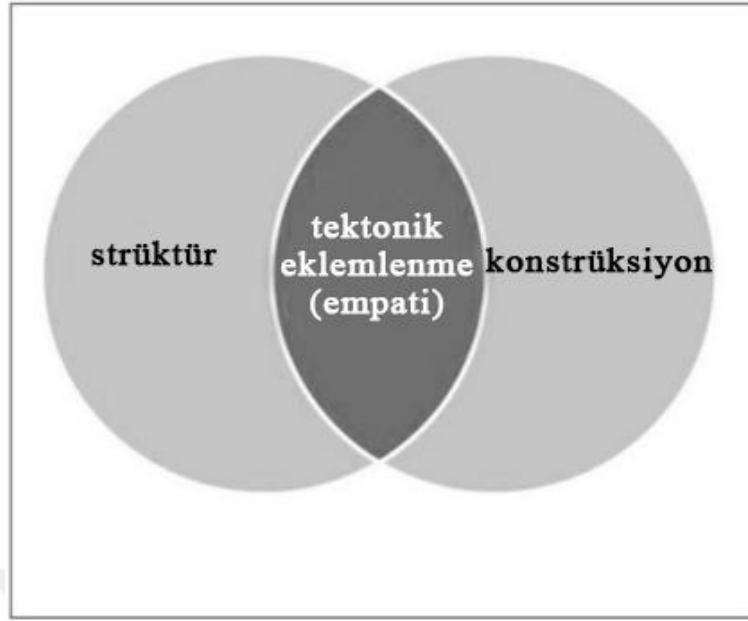
Mark Garcia'nın *Future Details in Architecture* kitabında tektonik eklemlenme, strüktür ve konstrüksiyon birlikteliği ile detaylı şekilde ele alınmıştır. Tektonik eklemlenme yapısal, çevresel ve mühendisliğin strüktürel mantıklarından ortaya çıkan morfolojik farklılaşmaların stratejik kullanımına dair bir öneri kavramdır (Garcia,2014).



Şekil 10. Saussure'nin anlam üçgeni (Qui, 2023)



Şekil 11. Eduard F. Sekler'in konseptinden tektonik yaklaşım grafiği (Wang vd, 2022).



Şekil 12. Sekler'in bakış açısıyla tektonik (Al-Alwan & Mahmood, 2020).

Strüktürel teori, strüktürel felsefe, strüktürel form ve malzeme her zaman iç içedir, bu fikrin temeli Vitruvius'un üç temel ilkesinden sağlamlık ilkesine göre belirlenir (Macdonald, 2018). Bu noktada, bu tez çalışmasında tektonik bir sisteme ait yapının strüktürel potansiyeli, strüktürel bağlam olarak ele alınmıştır. Eduard Sekler'in tanımladığı üzere; strüktür, konstrüksiyon ve tektonik arasındaki ilişki, yapı elemanlarının nasıl bir araya geldiğini ve bu birleşimlerin estetik ve sembolik anlamlarını ifade eder (Şekil 10). Sekler, strüktürü; yapının iskeleti, konstrüksiyonu bu iskeletin nasıl inşa edildiği, tektoniği ise bu iki unsurun estetik ve sembolik bir bütünlük içinde nasıl birleştiği olarak tanımlar (Şekil 12). Tektonik sistemler, sadece yapıların dayanıklılığı ve sağlamlığı açısından değil, aynı zamanda estetik ve fonksiyonellik açısından da değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, yapıların mimari ve mühendislik tasarımlarında kullanılan malzemelerin, yük taşıma kapasiteleri, dayanıklılıkları ve estetik katkıları dikkate alınarak, hem işlevsel hem de sanatsal bir bütünlük sağlanmaktadır. Bu yaklaşım, yapıların çevreyle olan ilişkisini ve kullanıcıların deneyimlerini zenginleştirir. Dolayısıyla, bu çalışmada incelenen strüktürel bağlam, sadece teknik bir analiz değil, aynı zamanda mimari bir anlatı sunmayı amaçlamaktadır.

2.1.4. Kenneth Frampton, Fenomenolojik Yaklaşım ve Tektonik

Heidegger, insanın dünya ile olan ilişkisini "inşa etmek" veya "konstrüksiyon" yerine, daha organik ve doğal bir şekilde "yapmak" veya "oluşturmak" olarak görür (Heidegger, 1927). Heidegger'in "tektonik" terimini kullanması, insanın dünya ile olan bu ilişkisinin temel bir özelliğini vurgular. Ona göre insan, dünyayı anlamak ve onunla ilişki kurmak için bir tür yapısal çerçeve oluşturur. Varmass (2018)'a göre, Heidegger'in bu felsefesinin mimarlıktaki yansımaları Aalto, Zumthor ve Frampton'ın bakış açıları karşılamaktadır. Sven-Olov Wallenstein, fenomenolojiden etkilenen birçok kişinin, özellikle Heidegger'i yorumlayanların, teknolojik moderniteye, romantik eleştiriye yakın bir ilgi duyduklarını belirtir (Nillson,2007). Kenneth Frampton 1995 yılında basılan *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture* adlı kitabında, tektonik kelimesinin Yunanca kökenli olmasına rağmen ilk şiirsel çağrışımı Vedik Mitolojisinde ve Sappho'nun şiirinde bulunduğunu belirtir (Frampton,1995). Frampton 1983 yılında yazdığı *Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture of Resistance, The Anti-Aesthetic: Essays on Postmodern Culture* adlı kitabında mimarlık pratiğinde "yer", "insan deneyimi" ve "tektonik yapı" kavramları üzerine ilişkiler kurmuştur. 1992 yılında *Modern Architecture: A Critical History* adlı çalışmasında ise yerel olanın (teknik/malzeme/yapı) tekrar edilmesi yerine yorumlanarak çağdaş olanla buluşturulması gerektiğini savunmuştur. Frampton'a (1992) göre, yere ait olan deneyim, malzeme ve insan algısına dayalıdır, yanılgı içeremez. Shirazi (2013)'e göre Frampton'nun dokunsallık (*tactility*) gibi anahtar kavramlar geliştirmesine bağlı olarak, Frampton klasik anlamda fenomenolojiyi hiç kullanmasa da mimari düşüncesi temelde fenomenolojik temalar içerir ve bu nedenle, fenomenolojik söyleme yapıcı, dolaylı bir katkıda bulunur (Şekil 13). Endüstri Devrimi'nin etkisi altında, tektonik terimini yeniden yorumlayan Frampton, yaşanan teknolojik ilerlemelerin sonucunda dijital tektonik kavramına odaklanmıştır. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak, otomatik üretim süreçlerinin ortaya çıkmasıyla, sanal simgelerin doğrudan fiziksel yapıların bir parçası haline getirilme olasılığı ortaya çıkmıştır; bu durum da dijital olarak tasarlanmış, yapısal olarak belirgin ve doğrudan imal edilmiş mimari yapıların bütünlüğünü ifade eden dijital tektoniği oluşturmuştur (Sabur & Selçuk, 2018). Frampton'a göre, her binanın tam tektonik potansiyeli, maddesinin hem poetik hem de bilişsel yönlerini ifade etme yeteneğinden gelir (Nillson,2007).

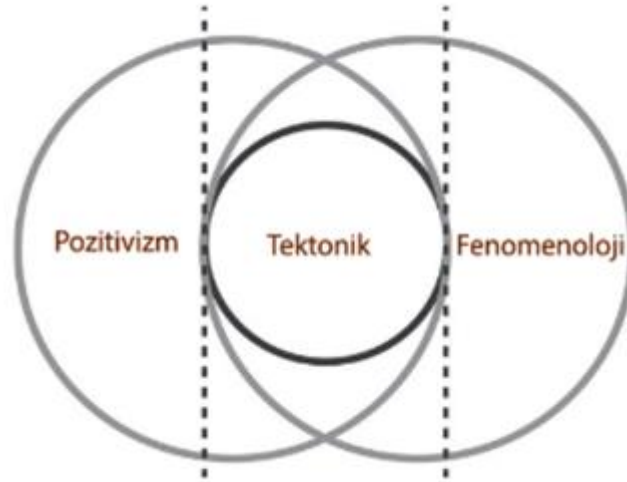
Fenomenolojik yaklaşım felsefe bilimi içinde Alman felsefeci Edmund Husserl tarafından 20.yüzyılın başlarında oluşturulan bir kavramdır (Kelly,2003). Fenomenolojik yaklaşımın mimarideki tarihçesi, insan deneyiminin ve mekânın derinlemesine anlaşılması gerekliliğini vurgular. Mimarlık, diğer sanat formlarından daha bütündür, duyumsal algımızın dolaysızlığını sağlar. Zamanın geçişi, ışık, gölge ve geçirgenlik; renk fenomeni, doku, malzeme ve detay hepsi mimarının bütüncül deneyimine katılır. Holl (1993, s.41)’e göre dokunsallık ise, bir bilgi ya da çağrışım değil, dolaysız deneyimlerin ürünüdür (Frampton, 1983).



Şekil 13. Frampton'nun bakış açısıyla tektonik (Al-Alwan & Mahmood, 2020).

2.1.5. Dijital Tektonik Kavramı

Dijital tektonik terimi ilk kez William Mitchell tarafından *Antitectonics: The Poetics of Virtuality* kitabında ortaya atılır (Oxman,2010). Mitcehl'e (1985) göre, dijital devrim ile Semper'in dört elementinden biri olan "yer" kavramı geçerliliğini kaybeder. Mitchell'in "Global olarak tasarlayın ve üretin, yerel olarak monte edin!" görüşü ile mimarların yerel zanaat bilgisinden çok daha fazlasını bilmesi gerektiğini belirtir (Mitchhel, 1995: 213). Tektonik kavramının elektronik hakimiyeti ile kavramların yeni bağlamlarını listelemiştir (Şekil 15).



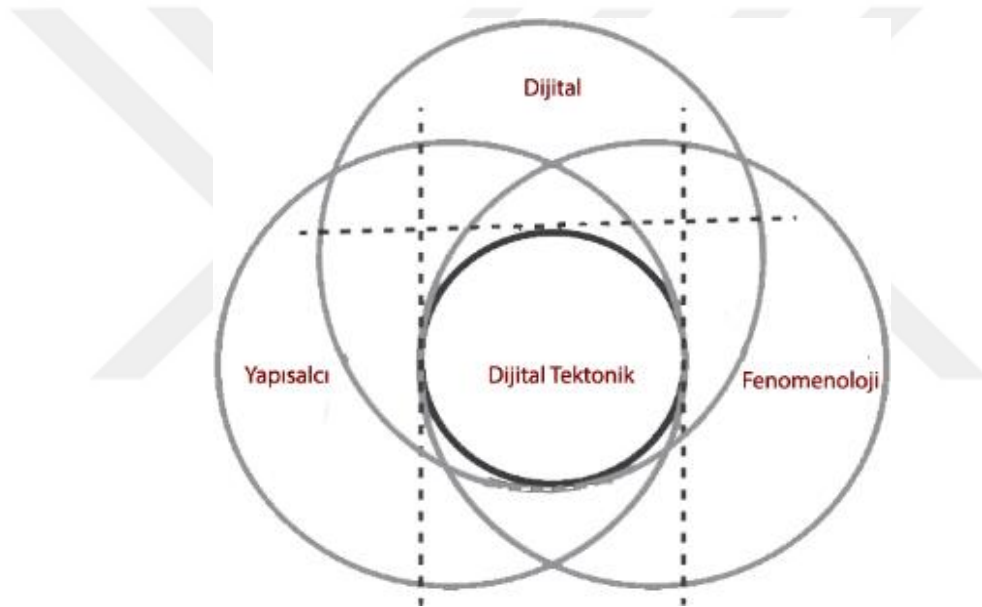
Şekil 14. Tektonik kavram diyagramı (Schmidt, & Kirkegaard, 2005)

geride kalanlar	yeniden bağlam
tektunik	elektronik
zanaat	CAD/CAM
el aletleri	yazılım
yerel gelenek	küresel organizasyon
cephe	arayüz
süsleme	elektronik ekran
<i>Helvetica</i>	<i>Emigre</i>
parti	genom
kalıcılık	yeniden yapılandırılabilirlik
gerçeklikten	sanal gerçeklikten
öğrenme	öğrenme.

Şekil 15. Mitchell'in dijital tektunik kavramık kavramını oluşturması (Mitchell, 1985: 216)

Dijital ve materyal tasarım, mimar, mühendis ve üreticinin konseptualizasyon ve materyalizasyon süreçlerinden tamamen sorumlu olduğu bir süreç olarak gelişmektedir (Oxman, 2010). Bu dönüşüm, dijital tektoniği Frampton (1995) ve Semper (1989) ile ilişkilendirir (Oxman, 2012). Tektonik ilişkilerin değişken bir tanım olması, dijital tektoniğin ortaya çıkışının önemli etkilerinden biridir. Tektonik kavramının merkezindeki kavramlarla birlikte malzeme ve inşaat/ strüktürel mantık/ estetik çerçevesinde değerlendirildiği, bu durum gözetildiğinde bilimsel ve deneyimsel bir arakesitte yer aldığı açıktır (Schmidt, & Kirkegaard, 2005).

Jabi'ye (2004) göre, “dijital olarak tasarlanmış, yapısal olarak netleştirilmiş ve doğrudan üretilmiş mimarinin şiirselliği” dijital tektonik kavramının tanımıdır. Dijital tektonik, tektonik ve dijital kelimelerinin birleşimidir. Andersson ve Kirkegard’a (2016) göre, dijital; sanal, soyut olarak anlaşılmaktadır; tektonik ise dokunsal, somuttur. Her iki terim birbiri ile zıt kavramlar olarak ele alınsa da birbirini bütünler nitelikte bir araya gelir. Tektonik kavramının arakesitte değerlendirilmesi, dijital tektonik kavramını da bir arakesitte bulundurur. Bulunduğu arakesit, dijital tektonik kavramının dahil olduğu sanal (dijital)/, gerçek/yapısal/fiziksel hal ve onu algılayış biçimimiz ile tanımlanabilir (Şekil 16). Tanımlama, Şekil 16’ e göre yorumlanmıştır.



Şekil 16. Dijital tektonik kavram diyagramı

2.1.6. Rivka Oxman, Yeni Yapısalcı Yaklaşım ve Dijital Tektonik

Rivka Oxman, *Digital Tectonics as a Morphogenetic Process* adlı makalesinde, modern teorilerin, Kenneth Frampton'ın geleneksel tektoniğinin ötesine geçerek daha karmaşık bir anlayışa doğru evrildiğini savunur (Puig & Bruscatto ,2020). Bu teoriler, yapı ve malzemeler arasındaki yeni etkileşimleri form oluşturma süreçleriyle incelemektedir. Oxman'a (2010) göre, gelişen yöntemler ve teknolojiler, dijital süreçler ve temsili potansiyeller ortaya çıkararak birlikte yeni tektonikler yaratabilir. Dijital tektonik, bu yeni

metodolojik temelden türemelidir. Bu temelde, hesaplamanın yeni malzemeler, yapılar ve inşaat teknikleriyle entegrasyonu bulunmaktadır. Form, yapı, malzeme ve bunların üretim/inşaat sürecinin entegrasyonu, materyal ve üretim düşüncelerini tektonik tanımına geri getirir (Oxman,2012).

1970'ler ve 1980'lerde High-Tech akımıyla mimarlık disiplininde mühendislik anlayışı ve yapılaşmayı gösterme arzusu artar; bu akım sonrası Yeni Yapısalcılık (New Structuralism) farklı derecelerde karmaşıklık yaratan biçimsel yaklaşımları ve malzeme bilgisini de hesaba katarak kapsamı genişletir (Oxman,2010). Yeni yapısalcılık (New Structuralism) biçim, yapı ve malzemenin potansiyellerine odaklanarak yeni tasarım süreçlerini keşfeden yapı mühendisliği ve mimarlık disiplinlerinin ortak bir yaklaşımıdır.

New Structuralism adlı kitabında Oxman (2010), yapıdan yapılandırmaya adında bir alt başlıkla yapısalcılıktan yeni yapısalcılığa olan geçişi ele almıştır. Yapılandırmayı, yapısal sistemleri formalize ederek ayırtıran (*discretisation*) bir süreç olarak tanımlar.

Oxman (2010) Yeni Yapısalcılık yaklaşımını:

- Karmaşık geometrinin gerçekleştirilme süreçleri,
- Yapısal tasarımda karmaşık şekillerin referans sınıflandırmasının kullanımı,
- Yapısal tasarımda üretken stratejiler,
- Robotik fabrikasyon,
- Dijital fabrikasyon,
- İnşaat ölçeklerinin entegre edilmesi,
- Malzeme esaslı tasarım imalatı

başlıkları altında inceler.

Dijital fabrikasyon ve yeni malzeme teknolojileri, Rivka Oxman'nın çalışmalarının merkezinde yer almaktadır. Dijital tektoniğin bir sonucu olarak malzemenin tasarım sürecine dahil edilir, malzeme esaslı tasarım anlayışı Yeni Yapısalcılık'da önemlidir (Oxman, 2010). Dijital üretim teknikleri malzeme üzerinde düşünmeyi ana hedef kılar. Malzeme yapımın özünü oluşturur. Yeni Yapısalcı yaklaşımda malzemenin tasarım kararını etkiliyor olması, malzemenin yapısal olanaklarının yanı sıra mimari tasarım anlayışını da etkilemektedir (Oxman, 2010):

- Esneklik ve adaptasyon: Yapıların ve sistemlerin esnek olması ve değişen koşullara adapte olabilmesi vurgulanır.
- Teknolojik inovasyon: Yeni malzemeler ve inşaat teknikleri kullanılarak daha sürdürülebilir ve verimli yapılar tasarlanır.

- Dijital araçlar: Dijital tasarım ve üretim yöntemleri (BIM, parametrik tasarım vb.) yaygın olarak kullanılır.
- Sistem düşüncesi: yapılar, bireysel öğelerden ziyade bir sistemin parçası olarak ele alınır ve tüm bileşenler arasındaki ilişkiler dikkate alınır.

Tablo 1. Mimari yaklaşım ve teorisyenler

Teorisyen	Ortak Anahtar Kavram	Mimari Yaklaşım
Rivka Oxman	Esneklik, Dijital Araçlar, Sistem Düşüncesi	Yeni Yapısalci Yaklaşım
Kenneth Frampton	Deneyim, Yer - Yerellik - Baplam, Dokunsallık	Fenomenolojik Yaklaşım
Eduard Sekler	Strüktür ve Konstrüksiyon	Yapısalci Yaklaşım

Tez çalışmasında, tektonik kavramından dijital tektonik kavramına geçişin teorisyenlerin bakış açıları öncelikli tutulmuştur. Teorisyenlerin söylemlerinin değişkenlik gösteren mimari yaklaşımlarla ilişkilenebileceği düşünülür. Bu düşünce esas alınarak kavramın değişkenliği açıklanır. Sabit bir tanımı olmayan kavram kendi içinde de dönüşmektedir. Tektonik kavramının dönüşerek dijital tektonik kavramı olarak tanımlanması süreçleri de kapsadığının kanıtı niteliğindedir. Öyleyse, dijital tektonik kavramı süreç içinde oluşturulan tüm kavramları kapsadığı, kapsayıcı bir özelliğinin olduğu göz ardı edilemez. Mimari yaklaşımlar ve teorisyenler ortak kavramları Tablo 1’de verilir. Bu kavramlar dijital tektonik kavramının bütünselliğini oluşturacak alt kavramlardır.

Oxman (2010), kendi teorisinde geliştirdiği kavramları bir haritalama metodu ile bütüncül bir halde sunar. Metot kavramlar arası geçişi görebilmek adına bu çalışmaya da dahil edilir.

2.1.7. DDnet Haritalama Methodu

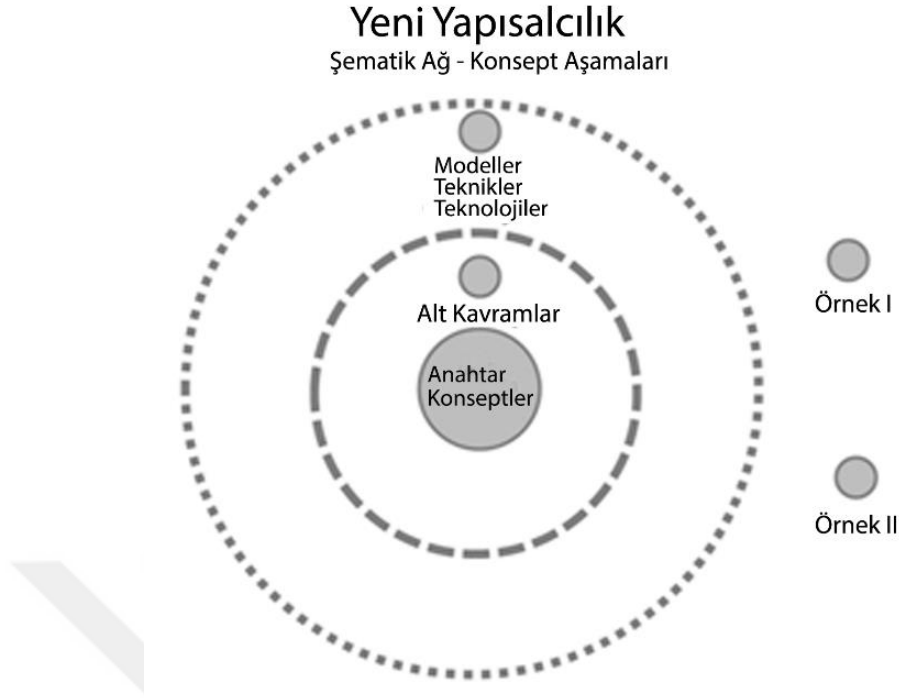
“Bugün CAD (bilgisayar destekli tasarım) ile DAD (dijital mimari tasarım) arasındaki ayrımı yapmak gerekmektedir. CAD ve DAD arasındaki ayrım sadece terminolojik olmaktan çok daha fazladır. CAD'in ilkeleri, teorileri ve yöntemleri (Kalay, 2004) temelde kâğıt tabanlı tasarımı taklit etmeye dayanırken, dijital tasarım modellerinin yeni kavramları, kâğıt tabanlı medyanın yerini alarak farklı bir kavramsallaştırma ortamını yeniden tanıtmaktadır. Dijital form ve dijital süreçler arasındaki yeni ilişkiler, yeni kavramsal bir sözlük ve alan bilgisi ortaya çıkmasına katkıda bulunmaktadır. Bu, meşru bir şekilde bir paradigma değişiminin erken oluşum aşamaları olarak kabul edilebilecek durumu karakterize eder.”

(Oxman,2008: 106)

Oxman'a göre dijital tasarım kendi ilişki ağlarını yaratan bütüncül bir paradigma dönüşümüdür ve bu dönüşümün kendine ait haritalama modelini geliştirmiştir (Şekil 17) (Oxman,2008). Oxman (2010), Yeni Yapısalcılık yaklaşımını DDNET'e (*Digital Design NETWORK* - Dijital Tasarım Ağı) adındaki kavramsal haritalama modeliyle derinlemesine anlatmıştır. DDNET'in temel amacı, dijital tasarımın teorik temellerini pratik unsurlarla ilişkilendirmeyi amaçlayan bir kavramsal harita oluşturmaktır. Harita üst başlık olarak Yeni Yapısalcılık yaklaşımını ele alır. Yeni Yapısalcılık yaklaşımında modeller, teknikler ve teknolojiler bu haritalamanın bir alt başlığı iken, alt kavramlar, konseptler merkezde konumlanır.

DDNet (Design Development Network) haritalama yöntemi, özellikle mimarlık ve tasarım süreçlerinde dijital araçların entegrasyonu ve bu süreçlerin yönetimi konularında katkı sağlamaktadır. Bu yöntem ile birlikte bazı avantajlar sağlanmaktadır:

- Tasarım parametreleri: Tasarım sürecinde dikkate alınması gereken parametreler (örneğin, işlevsellik, estetik, sürdürülebilirlik) belirlenir.
- Dijital Araçlar ve Yöntemler: Tasarım sürecinde kullanılacak dijital araçlar ve yöntemler tanımlanır.
- Ağ yapısı: Tasarım parametreleri ve dijital araçlar arasındaki ilişkiler, ağ yapısı şeklinde görselleştirilir.
- Değerlendirme ve Geri Bildirim: Tasarımın farklı aşamalarında elde edilen sonuçlar değerlendirilir ve gerekli geri bildirimler sağlanır.



Şekil 17. DDnet örnek diyagram gösterimi (Oxman,2010)

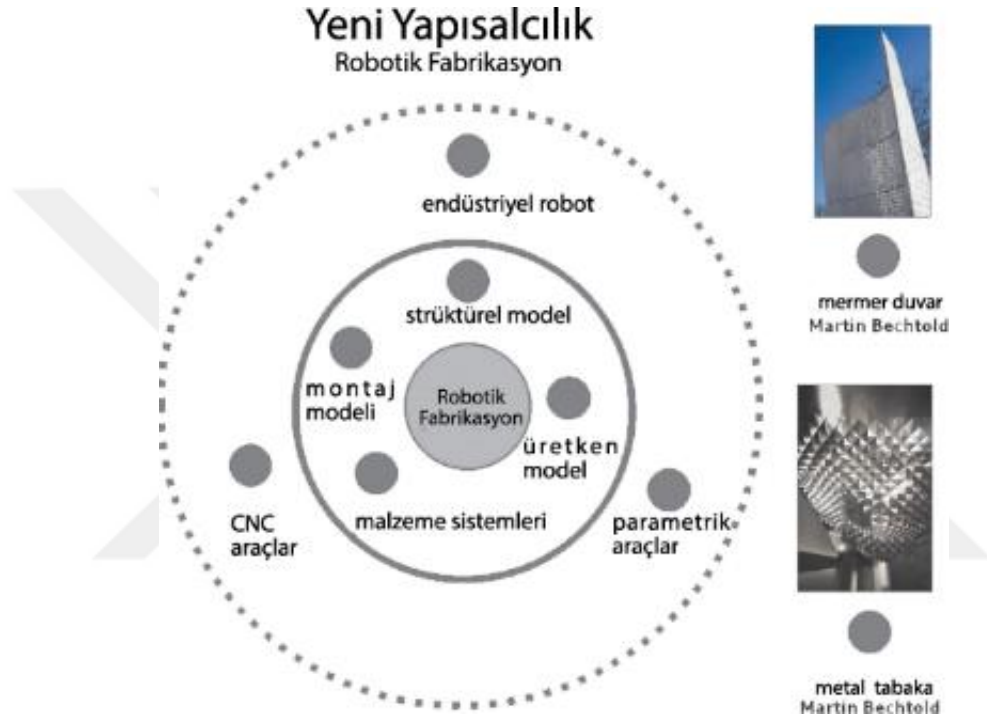
Bu haritalama yönteminin üç ana amacı olduğu söylenebilir:

- Kapsamlı görselleştirme: Tasarım sürecinin tüm aşamalarını ve bu aşamalar arasındaki ilişkileri görselleştirerek, tasarımın bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmasını sağlar.
- Esneklik: Farklı dijital araçlar ve yöntemlerle entegrasyon imkânı sunar, bu da tasarımcıların ihtiyaçlarına göre haritayı özelleştirmelerine olanak tanır.
- İyileştirme: Süreç boyunca sürekli değerlendirme ve geri bildirim mekanizmaları ile tasarım kalitesinin artırılmasına yardımcı olur.

Tez çalışması kapsamında DDnet haritalama metodu “Dijital Tektonik” üst başlığında uygulanmak üzere araştırılmıştır. Bu haritalama yöntemi sayesinde, dijital tektonik kavramına ait alt başlıklar derlenecektir. Bu derleme ile uygulamaların tektonik ilişkileri kapsamlı şekilde görselleştirilecek, uygulama bazlı haritalar kişiselleştirilebilecek ve uygulamaların iyileştirme (geri bildirim) sürecine katkı sağlayacaktır.

2.1.8. Dijital Fabrikasyon

Dijital üretim, bilgi teknolojilerinin etkisiyle zayıflayan fiziksel ve sanal dünya arasındaki bağı yeniden kurma fırsatı sunarak, biçim, malzeme ve yapı yöntemlerini yenilikçi yollarla keşfetmemizi sağlar ve dijital bir tektonik duyarlılık geliştirmemize olanak tanır (Dritsas, 2012).



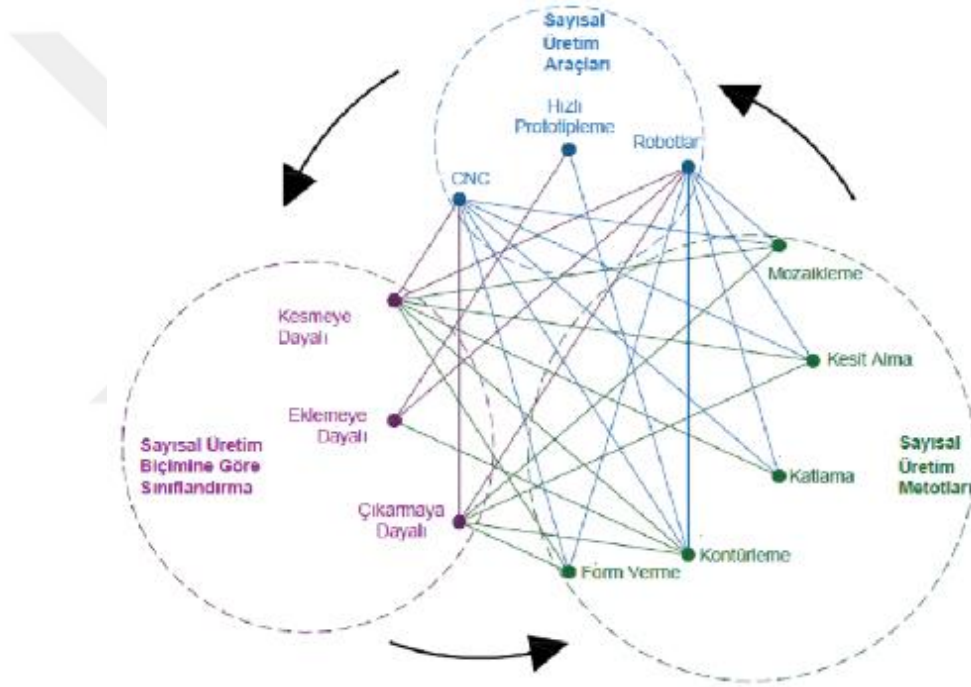
Şekil 18. Robotik Fabrikasyon DDnet diyagramı (Oxman,2010)

Oosterhuis, tasarım, üretim ve inşaatı entegre etmenin mümkün olduğunu iddia eder. Makine ağları sayesinde, basit kurallara dayalı ancak görsel açıdan zengin ve karmaşık birçok yapı elemanını üretilebilir. Bu süreç, her birinin dosyadan fabrikaya üretim yöntemlerine kadar mutlak boyutta ve konumda farklı olduğu kitle özelleştirmesi prensibine dayanır.

Sanayi devrimi sonrası Bilgi Çağı'nda bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) teknolojilerinde ilerlemeler gerçekleşti (Kolareviç, 2001). Kolareviç'e (2001) göre, dijital olarak yönlendirilebilen bu teknolojiler geleneksel inşaat teknolojilerinden daha fazla imalat ve inşaat süreçlerine odaklanıyor (Şekil 18). Bu durum mimarlık ve üretim araçları arasındaki ilişkiyi derin kılıyor. Kolareviç'e (2003) göre;

- İki boyutlu üretim (CNC kesim işlemleri - *2D cutting*)
- Çıkarma işlemine dayalı üretim (katı objelerin frezelenmesi - *subtractive*)
- Biçimlendirmeye dayalı üretim (*formative*)
- Ekleme işlemine dayalı üretim (katmanlı üretim/ serbest biçimli katı obje üretimi/ hızlı prototipleme - *additive*)

Teknoloji daha da geliştikçe, eklemeli, çıkarmalı ve hatta robotik işleme aşamalarını karmaşık bir şekilde koordineli ve kontrollü bir şekilde içeren hibrit teknolojilerin gelişebileceği ön görülür (Şekil 19) (Gibson vd., 2015).



Şekil 19. Sayısal üretim araçları, sınıflandırmaları ve metotları (Çırpı & Öner, 2021)

2.1.9. Eklemeli Üretim Teknolojisi

Eklemeli Üretim teknolojisi mekanik, elektronik, mekatronik ve robotik disiplinleri arasında gelişen bir üretim aracıdır (Abramovic, Glynn, & Achten, 2017). 3 boyutlu baskı olarak da bilinen eklemeli üretim teknolojisi bir sonraki teknoloji devrimine kadar en önemli teknolojik araç olarak adlandırılmaktadır (Mpfu vd, 2014). 3 boyutlu modelleme ve üretimin ortaya çıkışı, matematiksel kurallara dayanan algoritmik tasarımlar geliştirmeyi mümkün kılmıştır. Bu gelişme, yüksek derecede özelleştirilebilir parametrik sistemlerin ve

karmaşık geometrilerin oluşturulmasına olanak tanıyarak, mimari bileşenlerin üretimi için yeni standartlar getirmiştir (Campos, Cruz, & Figueiredo, 2021).

Tüm eklemeli imalat teknolojilerinin temelinde, dijital modelin katman katman iki boyutlu kesitlere ayrılması yer alır. Her bir katmanın bilgisi daha sonra imalat makinesinin işleme kafasına iletilir. Bu süreç, tüm model tamamlanıncaya kadar tekrarlanır (Kolareviç,2003).

- Eklemeli Üretim Tarihçesi;

3D baskı teknolojisinin temelleri 1980'lerde atılmıştır ve Charles Hull, 1984 yılında stereolitografi (SLA) yöntemini icat ederek 3D baskı teknolojisinin öncüsü olmuştur (Hull,2015). Bu teknoloji, sıvı fotopolimerlerin katılaşması ile nesnelerin katman katman oluşturulmasını sağlamaktadır. 1986 yılında Hull, 3D Systems şirketini kurarak ilk ticari 3D yazıcıyı piyasaya sürmüştür. 1990'larda ve 2000'lerin başlarında, 3D baskı teknolojisi hızla gelişmiş ve çeşitli endüstrilerde kullanılmaya başlanmıştır. Fused Deposition Modeling (FDM) ve Selective Laser Sintering (SLS) gibi yeni baskı teknikleri geliştirilmiş ve bu teknikler, mimarlık dahil birçok alanda prototip üretimi için kullanılmaya başlanmıştır. 3D baskıda yaygın olarak kullanılan üç temel teknoloji FDM (Fused Deposition Modeling), SLA (Stereolitografi) ve SLS (Seçici Lazer Sinterleme)'dir. FDM, filamentin eritilerek katman katman biriktirilmesiyle çalışırken, SLA'da bir lazer ışını reçineyi katılaştırarak parçaları oluşturur. SLS ise bir lazerin toz malzemeyi eriterek katmanlar halinde parçaları oluşturduğu bir yöntemdir. Baskı işleminde hangi üç boyutlu yazıcı türünün kullanılacağı kararı çoğunlukla sonuç nesnenin malzemesine, boyutlarına ve işlevine bağlıdır (Jasveer & Jianbin ,2018).

- Mimarlıkta Eklemeli Üretim Teknolojisi;

Eklemeli üretim teknolojileri ile üretilen nesnelerin sınırlı boyutları nedeniyle, mimari anlamda yapım genellikle inşaat bileşenlerini seri halinde üretmek için kullanılır. Eklemeli üretim yöntemi ile yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak x,y ve z eksenlerinde (üç eksen) yapılabilmektedir. Robot manipülatörün eklemeli üretim ile birleştirilmesi sonucu baskısı genişletilmiş ve çok eksenli çalışma olanağı sağlanmış olur (Şekil 20) (Keating & Oxman, 2013).



Şekil 20. ExLab: Robotik Kil 3D Baskı 2019 (URL-1, 2024)

Mimarlıkta, 3 boyutlu baskı genellikle model yapımı ve tasarım doğrulaması için kullanılmıştır. Mimarlar, tasarımlarını daha hızlı ve düşük maliyetle fiziki modeller haline getirebilmiş, bu da tasarım süreçlerini hızlandırmıştır. 3 boyutlu baskı teknolojisinin uygulama sürecinde de süreci hızlandırdığı söylenebilir. Çinli WinSun firması, 3D baskı teknolojisi kullanarak 24 saatte evler inşa etmeye başlamış ve inşaatta hız potansiyeli görülmüştür (Şekil 21) (Lojanica,2018).



Şekil 21. WinSun Co. İlk 3 Boyutlu Baskı Evi (Lojanica vd., 2018: 3)

Eklemeli imalat teknolojilerinin avantajları;

- Tasarım kısıtlamalarının ortadan kaldırılması (örneğin, kalıpların/ekranların olmaması),
- Tasarım esnekliği,
- Pahalı kalıp gereksinimlerinin kaldırılması,
- Boyutsal doğruluk,
- Mevcut malzemelerin geniş yelpazesi
- Yüksek değerli yedek parça ve onarım parçalarının üretilebilirliği
- Küçük üretim ayak izi ve sürekli küçülen ekipman maliyetleri
- Eklemeli üretimin, çıkarma yönteminden daha az atık ürettiği rapor edilir,
- Talebe bağlı üretim ile parçaların taşınmasını azaltır ve CO2 ayak izlerini azaltarak yerinde üretim sağlar,
- Karmaşık geometrilere sahip parçaların geleneksel üretim yöntemleriyle yapılamayacağı yeteneği

şeklinde değerlendirilir (Çırpı & Önder,2021).

Dezavantajları;

- Henüz geniş açıklık geçebilecek bir strüktür çalışması elde edilememiştir.
- Yüksek sayılı üretimde maliyet artışı gözlenmiştir.
- Üretim esnasında bozulma toleransı
- Mukavemet ve ağırlık sorunları
- İşlem sonrası son-işlem uygulamaları(montaj vb)
- Ortam koşullarında aracın, malzemenin hassasiyeti

Eklemeli üretim tekniğin ve malzemenin tasarım sürecine dahil edilmesine olanak sağlayan bir üretim yöntemidir. Üç boyutlu yazıcılar günümüzdeki tektonik anlayışı da dönüştürmektedir (Sorguç & Yemişçioğlu,2020).

2.1.10. Mimarlık, Tekstil ve Teknoloji Etkileşimleri ve Gelişimi

Tekstil insanların barınma, örtünme gibi temel ihtiyaçlarının giderilmesi adına gelişmekte olan bir teknolojidir. Garcia (2009) tekstil kelimesinin etimolojisini teknoloji, teknik, doku (texture), metin (text), bağlantı (connection) ve bağlam (context) kelimeleriyle aynı köke dayandırır. Mimarının de kökü olan ‘tek’ kökü- latince textere - dokuma, bağlama ve/veya inşa etme anlamına gelmektedir. Teknoloji ve tekstil kökenleri ortak iki kelimedir.

Garcia'ya (2006) göre, tekstil ve mimarlık etkileşiminin adı “architextile” olarak kullanılmaktadır ve bu etkileşimin temelinde teorik, malzeme bilimi, mühendislik, teknolojik, ekonomik ve sosyokültürel gelişmeler yer almaktadır. “Architextiles, mimarlık disiplinine özgü yaratıcı yaklaşımı, malzemeleri ve yapıları tekstil disipliniyle birleştiren çok disiplinli bir kavramdır” (Alsop 2006). Garcia'ya göre, tekstil mimarlığa teorik bir paradigmayla esneklik veren uygulama aşamasında önemli bir malzemedir.

“1988'den günümüze kadar olan geç postmodern mekân teorileri, dinamik, etkileşimli, esnek, olay ve süreç odaklı bir mekân anlayışını benimsemiştir ve bu, mimari mekanın yeni metafizik ve ontolojik özelliklerini vurgulamaktadır. Vitruvius'un dayanıklılık kavramını ön planda tutan tarihsel mimari mekân paradigmalarına kıyasla, yeni paradigma kalıcı, dayanıklı, sert ve sıkıştırma temelli yapısal sistemlere dayanan mimariye yapılan bu vurguyu eleştirir ve bunun yerine sürekli bir oluşum halinde olan, asla tamamlanmamış ve geçici doğada bir mimariyi teşvik eder. Bu, mimari mekânın, katı yapıdan sıvı ve gaz halindeki enerji durumlarına dayalı bir modele geçmesi gerektiğini öne sürer. Katıdan sıvıya geçiş sürecinde, tekstillerin yüzey süreklilikleri, hafiflik, yumuşaklık, esneklik, incelik ve akışkanlık gibi özellikleri, bu yeni mekânsal teorik paradigmayı ifade etmek ve gerçekleştirmek için uygun bir malzeme grubu haline getirir.”

(Garcia, 2016)

Seven Lamps adlı eserinde, Ruskin bina ve mimarlık arasında net bir ayrım yapar. Ona göre, bir yapının inşa edilmesi, “herhangi bir önemli büyüklükteki yapı veya haznenin çeşitli parçalarını bir araya getirip ayarlamaktır” (Ruskin [1903–12] 1996, 8: 27). Yani, bina mekânsal ve mekanik olarak sabit bir nesnedir. Ancak Ruskin, “sadece yararlılık ve yapısal başarı”nın mimarlık olarak kabul edilemeyeceğini savunur (Ruskin [1903–12] 1996, 12: 84). Ona göre mimarlık, yapıya “gereksiz özellik” veya “kullanışsız” unsurlar eklemeyi içerir. Başka bir deyişle, mimarlık, yapı elemanlarına eklenen ve yüzeysel olan şeylerle tanımlanır. Ruskin, tekstil ve mimarlık ilişkisini bu bakış açısıyla “duvar” kavramı üzerinden ele almıştır (Chatterjee, 2015). Chatterjee'nin (2015) yazısının *Tektonikten Tekstile: Süslenmiş Duvar Perdesi* başlıklı bölümünde, tekstil ve mimarlık ilişkisinin Vitruvius'tan başlayarak Rönesans Dönemi ve sonrasında da devam etmekte olduğunu belirtir. Bu ilişki, dönemine göre giyinmek metaforudur ve mimaride de binalar için geçerli olduğu düşünülür. Duvarları tekstil metaforuyla ele alan Ruskin için, tekstil yüzeyler narin ve dekoratif bir dış katman olarak sağlam iç çekirdeği gizliyordu. İç ve dış katman arasındaki ayrım, tekstil ve mimari

anlayışının temelini oluşturunuyordu (Chatterjee, 2015). Tekstil geleneksel mimarinin örtü sistemlerinin malzemesi olarak önemli bir yer edinmektedir (Gezer,2020). Tekstil ve mimarlık arasındaki etkileşimleri Gezer (2008) *Üretim Alanında Tekstil ve Mimari Arasındaki Etkileşim* adlı yazısında mimarlığın tekstilden etkilendiği alanları altı kategoride incelemiştir:

- Tasarım fikirlerinde etkileşimler
- Yüzeylerde etkileşimler
- Formlarda etkileşimler
- Teknolojik etkileşimler
- Strüktürel etkileşimler
- Estetik yönden etkileşimler

Bu etkileşimlerin temelinde tekstil-mimarlık ilişkisi anlayışı yatan mimari yapılar yerleşik hayata geçişle birlikte başlamaktadır. Günümüze gelene kadar etkileşimler farklılaşmaktadır. Bu çalışma kapsamında, tekstil ve mimarlık ilişkisinin tarihsel süreci:

- Antik Dönem ve Orta Çağ'da Tekstil ve Mimarlık
- Rönesans ve Barok Dönemi Mimarisinde Tekstilin Yeri
- 19. Yüzyıl Tekstil ve Mimarlık Etkileşimleri
- 20. ve 21. Yüzyıl'da Tekstil, Mimarlık ve Teknoloji

olarak 4 alt başlık altında incelenir (Şekil 23).

a) Antik Dönem ve Orta Çağ'da Tekstil ve Mimarlık

Tekstil ve mimarlık arasındaki ilişki, tarih boyunca çeşitli medeniyetlerde farklı şekillerde ortaya çıkmış ve gelişmiştir. Gezer'e (2008) göre tekstilin kullanımı farklı kültür ve zamanlarda çadır kültürü ile ortaya çıkmıştır. Dokuma tekniğinin mimarlıkta kullanımı ilk çağlarda, döneminin Mezopotamya topraklarında gerçekleşir (Yıldız, 2022). Hunlar, Göktürkler, Uygurlar ve Hazarlar bozkır topraklarında dokuma tekniği ile üretilen bezler ile çadırlarını örtmüşlerdir. Selçuklu ve Osmanlı döneminde de Anadolu'da çadır bezleri kullanıldığı bilinmektedir (Yıldız, 2022). Çin, Afganistan, İran, Türkiye ve Rusya'da kullanılan "Yurd" veya Ger olarak adlandırılan çadırlardan, 15. Yüzyıl Ortaçağ illüstrasyonlarında görülen çadırlara (Koch, Habermann, 2004), yaklaşık 1302 yıllarında İran Tebriz'de kurulan, merkez ve yanlardan direk destekli çadırlara , Asur Devleti'nin (M.Ö. 704-681) ortadan destekli çadırlarına ve Sibiry'a'da M.Ö. 20000 yıllarına ait Paleolitik dönemde ağaç dalları veya hayvan postları kullanılarak yapılan çadırlara (Bahaman, 2004)

kadar çeşitli çadır türleri, büyük çoğunlukla içeride bir taşıyıcı sistemin kurulması ve üzerinin örtülmesiyle biçimlenmiştir (Şekil 22)(Gezer, 2020).



Şekil 22. İlk tekstil- mimarlık ilişkisi örnekleri olarak çadırlar
(Gezer,2020)

Antik Dönem'de tekstil ve mimarlık arasındaki ilişki, Yunan ve Roma uygarlıklarında belirgin bir şekilde gözlemlenebilir. Antik Yunan'da, tapınakların sütunları ve mimari detayları, insan vücudunun estetiğinden ilham alınarak tasarlanmıştır. Vitruvius'un *Mimarlık Üzerine On Kitap* adlı eserinde, İyon düzeninin ince ve zarif sütunların başlıklarında kullanılan volütler, kadın saç buklelerini anımsatır ve sütunlar üzerinde yer alan girintili çıkıntılı yapılar, tekstilin akıcı formlarını andırır (Chatterjee, 2015). Antik Roma'da ise, tekstil kullanımı daha çok iç dekorasyonda kendini gösterir. Roma evlerinin iç mekanlarında, duvarları süsleyen freskler ve mozaiklerde tekstil motiflerine sıkça rastlanır. Ayrıca, Romalılar perde ve halıları hem dekoratif hem de işlevsel amaçlarla kullanmışlardır. Bu tekstil ürünleri, mekanların bölünmesinde ve özel alanların yaratılmasında önemli rol oynamıştır.

Orta Çağ'da, özellikle Avrupa'da tekstil ve mimarlık arasındaki ilişki daha da derinleşmiştir. Orta Çağ Avrupa'sında, büyük katedrallerin iç mekanlarında kullanılan duvar halıları, hem dini hikayeleri anlatan görsel araçlar hem de soğuk taş duvarları ısıtan işlevsel unsurlar olarak öne çıkar (Blessing,2018). Bu halılar, dokuma sanatının zirvesini temsil eder ve mimari mekanların estetiğini ve ruhunu belirgin şekilde etkiler. Orta Çağ Avrupası'nda, kumaşlar mimari dekorasyonunun en önemli bileşeni olarak kabul edilmiş ve mimari teorisinin klasik metinlerinde mimarlıkla yakından ilişkilendirilmiştir (Ekici, Blessing & Baudez, 2023). Ekici ve diğerlerine (2023) göre, Hugh of St Victor'un *Didascalicon* (ca. 1120) eserinde dokumacılık ve mimarlık, sanatların hiyerarşisinin en altında bulunan

mekanik sanatlar olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Rönesans döneminde mimarlık ve tekstil dokuma aynı sınıfta yer almaya başlar (Ekici, Blessing & Baudez, 2023).



Şekil 23. Tekstil mimarlık ilişkisinin zaman içinde değişim çizelgesi

b) Rönesans ve Barok Dönemi Mimarisinde Tekstil Yeri:

Ekici ve diğerlerine (2023) göre, Leon Battista Alberti gibi isimler, mimarın statüsünü zanaatkarın üzerine çıkarmak için mimarlığı mekanik sanatlar arasından ayırma çabası içine girer fakat Aydınlanma döneminde, mimarlık ayrı bir sanat dalı olarak kabul edilir ve yeni estetik teoriler bu algıyı pekiştirir. Lord Shaftesbury, Edmund Burke, Immanuel Kant ve Alexander Gottlieb Baumgarten gibi isimler mimarlık, resim, heykel, şiir ve müziği kendi teorik ilkeleriyle ayrı bir sanat grubu olarak tanımlar ve dokuma gibi mekanik sanatlar da aynı kategoriye alınır (Ekici, Blessing & Baudez, 2023). Rönesans döneminde gösteriş artmış, kullanıcıların istekleri ve beğenileri değişmiştir buna bağlı olarak iç yüzeyleri tekstil ile kaplama isteği artmıştır (Bilecen,2020). 17. yüzyıl Barok döneminde ev tekstine ağırlık verilmiştir. Ağırlıklı olarak, yatak örtüleri ve perdeler altın/ gümüş ipliklerden dokunmuş kumaşlar kullanılmıştır (Clifton-Mogg. & Paine, 1988; Yurt, 2006).

c) 19. Yüzyıl Tekstil ve Mimarlık Etkileşimleri:

İkinci Dünya Savaşı'nın ardından, mühendislik ve mimarlık alanında öncü çalışmalar yapan Frei Otto gibi isimlerin araştırmaları ve Archigram gibi grupların vizyonları, geçici ve esnek mimariyi öngörmeleri, tekstil kullanımında yeni bir dönemi başlattı (Ekici, Blessing & Baudez, 2023).

- Mimarlıkta çelik ve demirin kullanımı, tekstil fabrikalarının yapımında da önemli bir rol oynamıştır (Berg,2005).
- William Morris gibi figürlerin öncülük ettiği sanat ve zanaat akımı hem tekstil hem de mimarlıkta el işçiliğine ve estetik değere vurgu yapmıştır (Cumming & Kaplan, 1991).
- Bauhaus dokuma tekniğini malzemeye temasın sanatsal ve teknolojik gelişmelerin ayrılmaz bir parçası olduğu fikrine dayandırır (Smith,2014; Fiedler & Feierabend 2013; Oktan & Vural, 2019).
- 19. yüzyılın sonlarına doğru, tekstil malzemelerinin strüktürel elemanlar olarak kullanımı, mimaride yenilikçi çözümler sunmuştur (Jenkins, 2003).
- Tekstil ürünleri, geçici yapılar ve pavyonlar gibi alanlarda kullanılarak, mimaride esneklik ve hafiflik sağlamıştır (Zanelli,2012).

Cam ve betonun mimaride kullanımının artması, tekstilin potansiyellerini (ışık, geçirgenlik ve esneklik) ortaya koyar.

d) 20. ve 21. yüzyıl'da Tekstil, Mimarlık ve Teknoloji:

Ekici ve diğerlerine (2023) göre, zanaatın mimari uygulamalarda yeniden canlanması ve malzemenin öneminin keşfedilmesi, önde gelen mimarlar arasında, tekstillerin ve tekstil motiflerinin, formlarının ve teknolojilerinin yaratıcı ve özgün bir şekilde kullanımıyla dikkat çekmektedir. Bu yeniden değerlendirme, David Adjaye, Caruso St John, SANAA Architects, Bjarke Ingels, Thomas Heatherwick, Zaha Hadid, Shigeru Ban, Kengo Kuma, Lars Spuybroek, Herzog & de Meuron ve Rem Koolhaas gibi mimarlar tarafından yapı tasarımlarında vurgulanmaktadır. Mimarlar ve tasarımcılar, dokuma malzemelerin kullanımı veya onlardan ilham alma konusunda çeşitli olanakları değerlendirirler (Ekici, Blessing & Baudez, 2023).

- Tekstil kompozit malzemeler, mimarlıkta devrim niteliğinde değişiklikler yapmıştır. Bu malzemeler hem hafif hem de dayanıklı olmaları nedeniyle, özellikle yüksek performans gerektiren yapıların inşasında kullanılmaktadır (Quinn, 2010).
- Enerji verimliliği ve izolasyon, modern binaların tasarımında kritik bir rol oynamaktadır. John Fernandez'in (2012) *Material Architecture* ve Fernando Pacheco-Torgal ile Said Jalali'nin (2014) *Eco-efficient Construction and Building Materials* kitapları'nda mimarlıkta tekstil bazlı izolasyon malzemeleri, hafif ve yüksek performanslı olmaları nedeniyle tercih edildiği aktarılır.
- Gergi yapıları ve membran mimarlığı, mimarlık ve tekstil ilişkisini en iyi gösteren alanlardan biridir. Frei Otto ve Bodo Rasch'ın (1995) *Finding Form* kitabı, bu yapıların estetik ve işlevsel avantajlarını ele alır.
- Parametrik tasarım ve dijital fabrikasyon mimaride tekstil kullanımını bir adım öteye taşımıştır. Rivka ve Robert Oxman'ın (2014) *Theories of the Digital in Architecture* ve Fabio Gramazio ile Matthias Kohler'in (2018) *Digital Materiality in Architecture* kitaplar, dijital araçların mimarların daha karmaşık ve organik formlar oluşturmalarına olanak tanıırken, tekstil malzemelerinin bu formlara uyum sağlayabilmesi, tasarım sürecini daha esnek hale getirmiştir (Oxman R.2014).

Tekstilin yapısal değerlerinde esneklik olması mimarlık disiplininde strüktürel arayışları beraberinde getirir. Tekstilin mimarlık disiplininde kullanılması bazı temel özelliklerinden dolayıdır. Bu özellikler;

- Çekme Mukavemeti ve Yırtılma Mukavemeti
- Burkulmaya ve Mekanik Aşınmaya Karşı Direnç
- Dayanıklılık
- Hava Durumu ve Sıcaklık

- Kimyasallara Karşı Direnç
- Işık geçirgenliği
- Renk
- Akustik ve Termal Özellikler
- Yangınla İlgili Özellikler
- Maliyetle İlgili Konular
- Ekolojik Etki
- Kolay Montajı

şeklinde değerlendirilmiştir (Kuusisto, 2010). Tekstil malzemeler mimaride düşünüldüğünde, geleneksel yapı malzemelerinden renkleri, dokuları, yüzey işlemleri ve yapısal formlara yatkınları yönüyle daha dokunsal özelliklere sahiptir (Quinn, 2006). Bu dokunsallık onun estetik yönüyle algısını kuvvetlendirmektedir.

Geçmiş yıllarda, mimarlık alanında tekstil bir yüzey/geometri olarak kullanılırken, dijital teknolojinin gelişmesiyle tekstil üretiminin hesaplamaları yapılmaya başlanmıştır. Hesaplamalı tasarımla tekstil mantığının birlikteliği üzerine çalışan Thomsen ve diğerlerine (2012) göre, dokuma, örme tekniği tamamen diyagramatiktir ve bir malzeme kodu olarak var olur, bu da montajın mantığını ve dolayısıyla ortaya çıkan kumaşın malzeme-yapısal bütünlüğünü açıklar. Tekstil imalatının yaygın olanları; çok çeşitli olan dokuma, örme ve dokusuz yapılarıdır (Hatch, 1993). Bu üç imalat biçimi arasındaki farklar;

- Örme Tekstiller:

- Özellikler: Yüksek elastikiyet ve form bulma yeteneği.
- Kullanım Alanı: Geometrik yüzeylere uyum sağlar.

- Dokuma Tekstiller:

- Yapı: Sargı ve atkı ipliklerinden oluşur.
- Özellikler: Yüksek mukavemet , çeşitli desen/form üretimi.
- Mimari Kullanım: Dış mekan uygulamalarında yaygındır. Dokuma deseni su geçirmezlik, yarı saydamlık ve ses azaltıcı özellikler sağlar. Yük taşıyan yapısal elemanlar olarak kullanılabilir.

- Dokumasız Tekstiller:

- Yapı: Rastgele yönlendirilmiş ipliklerin yapıştırıcı ile kaynaklanarak üst üste bindirilmesi.
- Özellikler: Yüksek çekme mukavemeti, düşük esneme.

- Mimari Kullanım: Yüksek çekme mukavemeti sayesinde çeşitli yapısal uygulamalarda tercih edilir.
şeklinde (Şekil 24) (Abdelsabour,2020).



Şekil 24. Dokuma Örgü Tekniği, Örgü Tekniği ve Dokumasız Tekstil (Simonsen Degn vd, 2007; aktaran Wærsted,2014)

En yaygın tekstil üretimi için örgü kurgusu iki grupta ele alınmaktadır; örgü (knit) tekniği ve dokuma (*weave*) tekniği (Göktaş, Soyluk & İlerisoy,2022). Mimari açıdan, özellikle dokuma kumaşlar, yüksek mukavemetleri nedeniyle dış mekanlarda yaygın olarak kullanılır ve su geçirmezlik, yarı saydamlık, ses azaltma gibi faydalar sağlarlar (Abdelsabour,2020).

2.1.11. Dijital Teknolojiler ile Tekstil Kategorizasyonu

Tekstil ve mimarlık arakesitinde örnekler, dokuma örgü ve örgü tekniğinin potansiyelleri ile ayrı ayrı çalışılır. Bu noktada, tekstil ve mimarlık ilişkisi tekstilin teknik boyutunu öğrenerek sayısal anlamda ilerlemektedir. Her bir tekniğin kendi parametreleri vardır ve günümüz teknolojisinde bu parametreler ile dijital ortama taşınır. Bu noktada, mimarlıkta tekstil/dokuma örgü/ örgü tekniği farklı kategorilerde incelenmelidir. Bu çalışma uygulama örneklerini sekiz kategoride incelemeyi önerir:

- Mimarlıkta Tekstil
- Dijital fabrikasyon ve Tekstil
- Mimarlıkta Örgü Tekniği
- Dijital Fabrikasyon ve Örgü Tekniği

- Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Örgü Tekniği
- Mimarlıkta Dokuma Örgü Tekniği
- Dijital Fabrikasyon ve Dokuma Örgü Tekniği
- Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniği

Sekizinci kategori olan “Eklemeli Üretim Teknolojisi Ve Dokuma Örgü Tekniği” başlığı bu tez kapsamında tektonik kavramıyla karşılaştırmalı olarak inceleyeceğinden literatür taraması ikinci bölümde “Bir Metot olarak Dijital Tektonik” üst başlığı altında ele alınmıştır.

a) Mimarlıkta Tekstil;

"Tekstil bir metafor olarak ilginç olabilir, ancak bir madde olarak ve işlevsel / estetik olarak pratik kullanımıyla tekstil, inşa edilmiş çevreyle bağlantılı olarak yenilikçi bir malzemedir"

(Boding-Jensen & Schødt Rasmussen, 2008: 13)

Tekstilin sadece genel özellikleri, işlevselliği esas alınarak kurgulanan tasarımlar bu kategoride değerlendirilir. Tekstil oluşumunda sayısal kuralların gözetildiği örnekler dijital üretim araçları iş birliği ile değerlendirilecektir. Literatürde incelenen örnekler, teknolojinin gelişmesi ile bu iş birliği çerçevesinde oluşturulmaktadır (Şekil 25).



Şekil 25. Allianz Arena'nın Dokumasız Tekstil Cephesi, Münih. (URL-5,2024)

b) Dijital fabrikasyon ve Tekstil;

Tekstil, mimarlık ve bilgisayar programlarının bir arada işleyişi geometrinin çeşitli unsurlarını bir araya getirme konusunda yardımcı olurken, yerçekiminin tasarımlara

getirdiği sınırlamaları ortadan kaldırır ve form ile konstrüksiyonun devamlılığını sağlar (Gezer,2008). Tekstilin potansiyelleri (esneklik vb.) dijital fabrikasyon araçlarının çalışma prensiplerine uygun olarak yeniden değerlendirilir. Bu kategori, dijital üretim araçları ile tekstilin bir bütün olarak algılandığı (tekstili oluşturan tekniklerin özellikleri gözötilmeden) uygulama örnekleri içindir (Şekil 26).



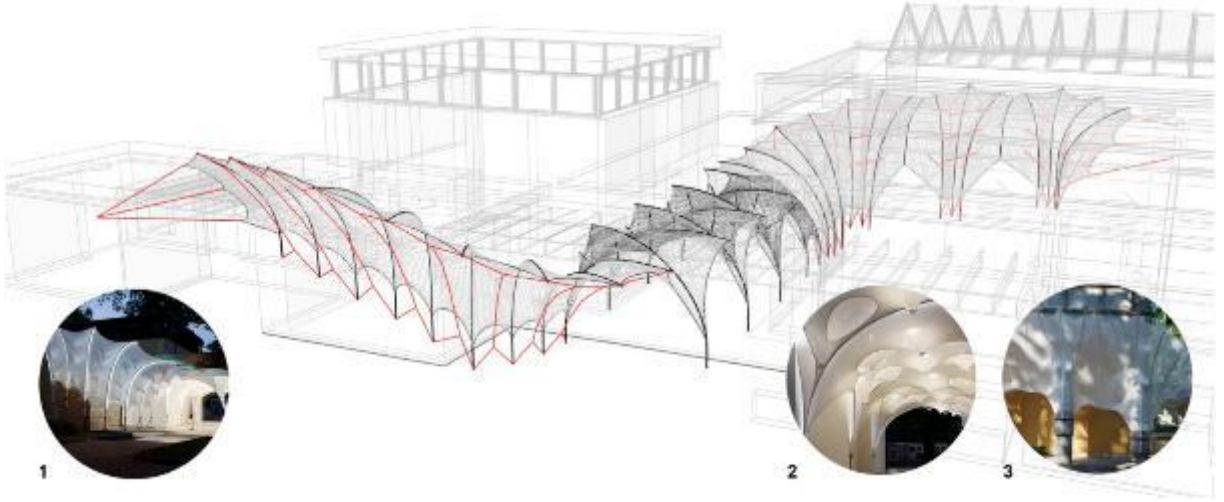
Şekil 26. Dijital fabrikasyon ve tekstil örneği 1- (Thomsen,2008)

“Robotik Membranlarda, çelik iplikler ve karbon yüklü lifler gibi entegre iletken lifler, verilerin dokumadan geçmesine izin verirken aynı zamanda harekete geçmeyi sağlamak için tekstillerin esnek doğasını kullanır. Viviseksiyon, çekirdek malzemesi olarak iletken bir organza kullanır.”

(Thomsen,2008)

c) Mimarlıkta Örgü Tekniği

Mimarlıkta örgü (*knit*) tekniği, özellikle yapısal örgü (knit) unsurların veya yüzey kaplamalarının nasıl örüldüğünü ve tasarlandığını içerir. Örgünün sayısal kuralları bu örnekler için geçerli olsa da dijital fabrikasyon araçları ile iş birliği içermeyen örnekler bu kategoride yer alır. Örgü tekniğinin tasarımın bütününe katkısı işlev ve estetik yönüyle değerlendirilebilir. Çünkü örgü tekniği, mimarlıkta kullanıldığında, yapıların hafif ve esnek olmasını sağlar (Smith & Johnson, 2020).



Şekil 27. Mimarlıkta Örgü Tekniği

(Tamke vd., 2021)

İsoropia enstalasyonu, tekstil membranların mimari uygulamalarındaki çeşitli olanaklarını araştırmak ve göstermek amacıyla oluşturulmuştur. Bu büyük ölçekli enstalasyon, CNC örgü makineleri kullanılarak özel olarak tasarlanmış tekstil membranların yapısal bir bileşen olarak nasıl kullanılabileceğini göstermektedir (Şekil 27) (Tamke vd.,2021).

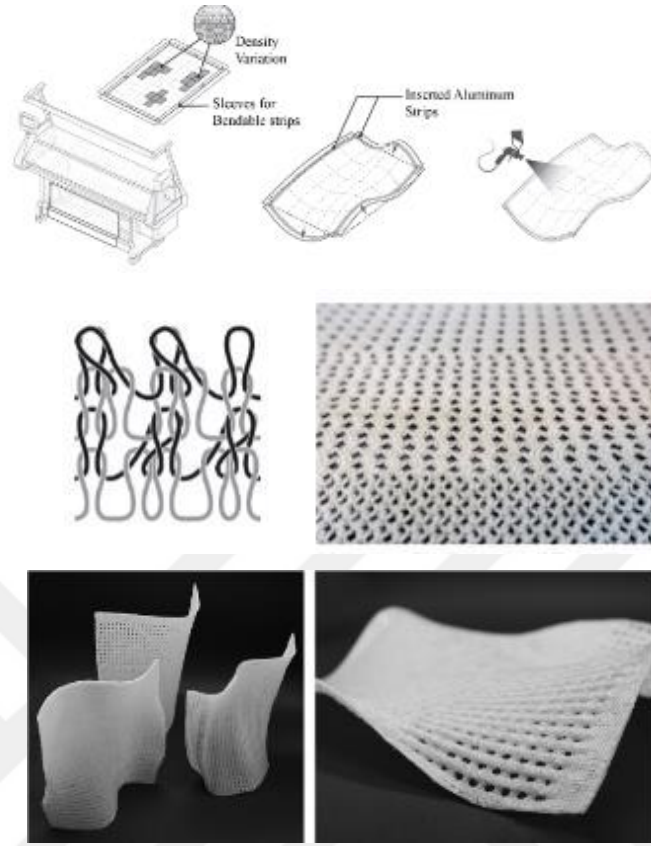
d) Dijital Fabrikasyon ve Örgü Tekniği

Tekstil üretiminde en çok kullanılan teknik dokuma tekniğidir, ikinci olarak örgü tekniği kullanılır (Ahlquist, S., & Planning 2016). Örgü tekniğinin mimarlıkta yaygın kullanılır duruma gelmesi dijital fabrikasyon araçları ile gerçekleşmiştir (Lee & Kim, 2018). Bu kategoride incelenen örnek uygulamalar hesaplama destekli örgü tasarımı ve üretim sistemleri, bilgisayar algoritmalarının ve dijital üretim tekniklerinin örgü tekstillerin tasarlanması ve üretilmesi sürecine entegre edilmesini kapsar.



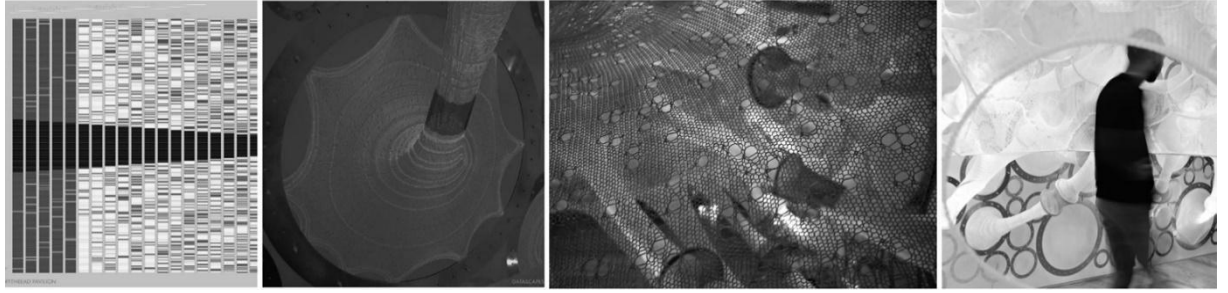
Şekil 28. Örgü ve dijital fabrikasyon uygulama örneği 1
(Ahlquist & Sharmin, 2016)

Knit Architecture uygulaması malzeme, malzeme davranışı, örgü tekniği ve CNC fabrikasyon teknolojisini bütünleştiren bir projedir. Geleneksel mimari yaklaşımların ötesine geçerek, form, yapı ve mekânı önceden belirlenmiş bir fikir veya tanım olarak değil, farklı birbirine bağlı değişkenlerin bir bileşimi olarak ele alır. Her bir unsur, madde, enerji, çevre, imalat süreci ve insan tepkisi, iç ve dış kuvvetlerin denge noktasını oluşturarak dinamik bir formal ve mekansal organizasyon yaratmada etkin rol oynamaktadır (Şekil 28) (Ahlquist, & Sharmin, 2016) Form ve malzeme oluşum süreçlerinin eşzamanlı olarak nasıl evrildiğini keşfetmeyi hedeflemektedir. Hafif ancak sağlam bir hibrit yapısal sistem geliştirme olasılığını test eder. Bu sistemde hem gerilme hem de bükülme aktif elemanlar, farklılaştırılmış ve sorunsuz bir tekstil kompozit parçasına entegre eder. Bu, mimari alanda yeni ve yaratıcı tasarım olanakları sunarken, aynı zamanda üretim süreçlerini daha verimli hale getiriyor ve malzeme kullanımını optimize etmektedir.



Şekil 29. Örgü ve dijital fabrikasyon uygulama örneği 2
(Tan&lee ,2018)

Tan& Lee'nin CNC teknolojisini kullandığı proje tekstil kalıbının kenarlarının şekillendirilmesidir. Küçük ölçekteki bu strüktürel iyileştirme büyük ölçekli yapıların montajı için düşünülür. Yöntem olarak *Textile-hybrid* sistemi incelenir. Bu sistem, bükülebilir elastik çubuklarla birleştirilerek gerilme sağlayan aktif bir tekstil membran içerir. Bu yapıların etkileşimi, membranın bükülmüş cam elyaf takviyeli polimer çubuklardan kaynaklanan kuvvetleri çözmesini sağlarken, çubuklar da tekstili sabitler. Bu sistem, montajlar için geliştirilmiş bir öz-yapılandırma sistemidir (Şekil 29).



Şekil 30. Örgü ve dijital fabrikasyon uygulama örneği 3
(Sabin,2009)

Sabin'nin (2009) myTHREAD Pavyon adlı çalışmasında örgü tekniği ve hesaplamalı tasarım ile üretilen yüzeylerde insan ölçeğine çıkmayı hedeflemişlerdir. Yüksek hassasiyet gerektiren örgü işlemlerinin dijital olarak kontrol edilerek, yapıya özgü ve karmaşık bir doku oluşturulmasını sağlamıştır. Bu uygulamada, mimarlar ve tasarımcılar, istedikleri estetik ve yapısal özellikleri bu iki sistemin birlikteliği ile belirlemişlerdir (Şekil 30).

e) Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Örgü Tekniği;



Şekil 31. Örgü ve eklemeli üretim uygulama örneği 1
(URL-4, 2025)

Petra Vonk'un "Plectere" perdeleri, 3 boyutlu baskı ve örgü tekniklerinin yenilikçi bir birleşimini temsil eder. Bu perdeler, 3 boyutlu örme keçe kullanılarak üretilmiş olup, hem estetik hem de akustik faydalar sağlamaktadır. Bu projede de, 3 boyutlu örgü tekniği geleneksel dokuma prensiplerini hesaplamalı tasarım ile birleştirilerek, karmaşık ve üç boyutlu desenlerin hassasiyetle oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Bu yöntem, malzemenin esnekliğini ve dayanıklılığını arttırırken, aynı zamanda ses emici özellikler

kazandırır. Petra Vonk, bu teknikleri kullanarak iç mekanlarda hem işlevsel hem de görsel açıdan dikkat çekici ve kullanışlı çözümler sunmaktadır (Şekil 31) (URL-4).

f) Mimarlıkta Dokuma Örgü Tekniği;

Dokuma örgü tekniği, mimarlıkta çeşitli kullanım alanlarına sahiptir:

- Dış cephe kaplamalarında estetik ve görsel çekicilik sağlar. Farklı renkler/dokularla kombinasyonlar yapılabilir, böylece yapılar görsel olarak etkileyici hale gelir.
- Güneş koruma sistemleri için kullanılabilir; iç mekân sıcaklığını kontrol etmeye yardımcı olur ve enerji verimliliğini artırır.
- Yapıların taşıyıcı elemanları olarak da kullanılabilir ve esnek/hafif malzemelerle dayanıklı yapılar oluşturulabilir.
- Geçici yapılar için idealdir; kolay montaj ve demontaj sağlayarak geçici etkinlikler ve sergiler için kullanılabilir.

Tüm bu alanlar, dokuma örgü tekniğinin mimarlıkta geniş bir kullanım potansiyeline işaret eder.

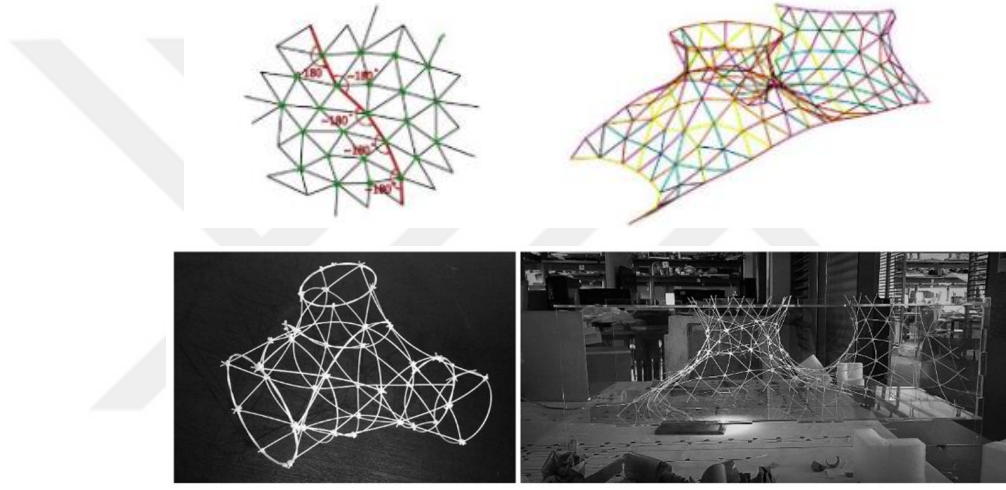
Arkeoloji Pavyonu projesi, Studio Tom Emerson (ETH Zurich) ve Taller 5 (PUCP Lima) iş birliğiyle gerçekleştirilmiştir. Bu yapı, Peru'daki Pachacámac arkeolojik alanında yer alır ve 3D baskı ile örgü tekniklerinin yenilikçi kullanımını vurgular. Öğrenciler tarafından tasarlanan ve inşa edilen bu yapı, kazılardan çıkan eserlerin ilk incelemesinin yapılabileceği gölgeli bir alan sağlar ve dokuma kamış duvarlarla çevrili odalarda saklanır. Proje, disiplinler arası iş birliği ve dijital teknolojilerin modern arkeolojideki rolünü örneklemektedir (Şekil 32).



Şekil 32. Arkeoloji Pavyonu (URL-2, 2024)

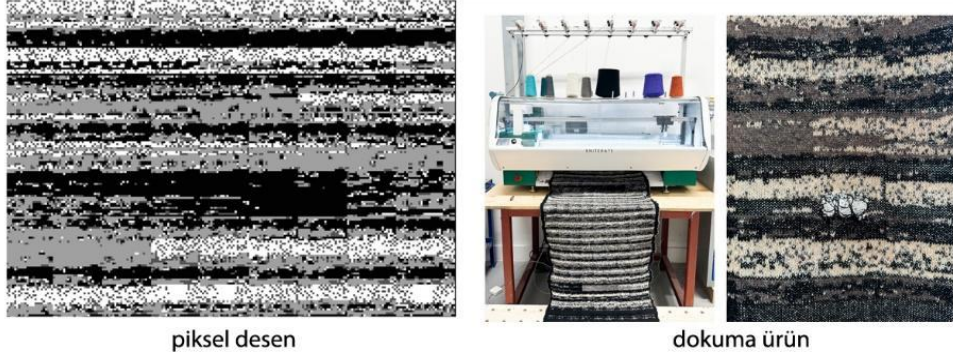
g) Dijital Fabrikasyon ve Dokuma Örgü Tekniği;

Geleneksel el sanatlarından ilham alarak ve çağdaş dijital teknolojilerin desteğiyle güçlendirilen bir hafif dokuma yapı sistemi geliştirmesi amaçlanan Dijital Tasarım Ve Dokuma Yapının İnşası (*Digital Design And Construction Of A Weaving Structure*) projesi, teknik bilginin teknoloji ile buluşarak strüktürel form bulma sürecini içerir. Sistem, uzun sürekli çubuklardan oluşmakta ve bu çubuklar birbirine örülerek yapıyı meydana getirmektedir. Huang ve diğerlerine (2016) göre, dokuma yapı, karmaşık kavisli formların uygun maliyetle inşasına olanak tanımaktadır ve dokuma yapı sisteminin etkili hafif iç ve dış mekan yapılarında kullanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 33. Dokuma örgü ve dijital fabrikasyon uygulama örneği 1 (Huang,2016)

Dokuma örgü tekniği kendi içinde tekrarı olan hareketler ile birleşir. Bu birleşimler deseni oluşturur. Desen tektoniği nokta ve çizgi elemanlarının tekrarına dayalı bir ritmin görselidir. Ritim, desenin strüktürünü ve üretilen ürünün hikayesinin elemanıdır (Karastathi,2024). Karastathi (2024) *Tekstil Anlatıları: Ritmik Dokunsal Mimariler* Adlı çalışmada, antik dokuma tekstil kumaşların piksellerle olan ilişkisini ritim üzerinden çalışarak kodlama, dokumanın mekaniği ve dokuma tekstilinin hikâye okumasını yapmıştır. Karastathi'ye göre, dokuma örgü ritmik tektonik bir doku oluşumudur (Şekil 33) (Karastathi,2024).



Şekil 34. Dokuma örgü ve dijital fabrikasyon örneği 2

Dokuma örgü ile piksellerin ilişkisi dijital çağın başlangıcı ile de ilgilidir. Desenli tekstiller, bilgisayarın kökeni ile derin bir bağlantıya sahiptir çünkü ilk bilgisayarların öncüsü, Jacquard dokuma tezgahıdır (Şekil 34) (Eriksson,2016). Eriksson'a göre, dokuma örgü desenlerinin süsleme/desen özelliği dolayısıyla çağımızın en baskın süslemesi pikseldir. Bu proje dokuma örgünün sayısal, bilgisayar, estetikle olan ilişkisini gözler önüne serer.



Şekil 35. Dokuma Örgü ve dijital fabrikasyon örneği 3
Buga Fiber Pavyonu 2019 (URL-3 ,2023)

Buga lif pavyonu, strüktürünü liflerin dokuma örgü stratejisine bağlı kalınarak robotik kollar ile örülmesiyle oluşturur. Buga Fiber Pavyonu'nun inşası, dijital fabrikasyon araçlarının (örneğin, CNC kesim makineleri ve 3D yazıcılar) kullanımını içerir. Bu araçlar, karmaşık parçaların üretilmesini ve doğru montajın sağlanmasını kolaylaştırır. Sonuç olarak, pavyonun inşası hızlı bir şekilde tamamlanabilir ve yüksek kalitede sonuçlar elde edilebilir.

Bu proje, mimari dünyasında doğal formların ve sürdürülebilir malzemelerin kullanımının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, dijital fabrikasyon araçlarının mimari tasarımdaki rolünü ve potansiyelini göstermektedir.

İncelenen örnekler neticesinde, tekstil-mimarlık ilişkisi gelişen teknoloji ile değişmektedir. Değişimin temelinde, tekstilin oluşum süreçleri, sayısal kurallarının keşfedilmesi ve dijital fabrikasyon araçlarının tekstil/dokuma örgü/örgü esnekliğine katacağı potansiyellerin geliştirilmesi vardır. Bu nedenle, çalışma kapsamında bu iki sistemin birbirini beslediği mimarlıktaki sınıflandırılmalarının da bu sistemler doğrultusunda yapılması gerektiği düşünülmüştür (Şekil 35).

2.1.12. Mimarlıkta Dokuma Örgü Tektoniği

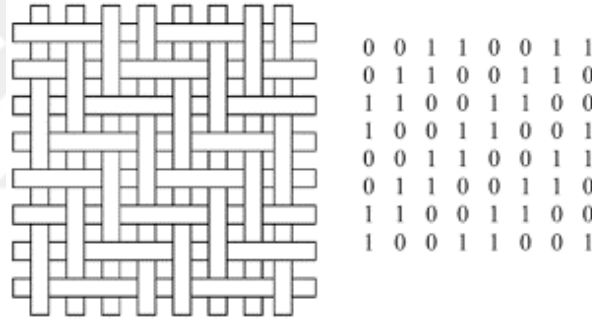
“Küçük ölçekli elemanların büyük yapı dokularına ritmik olarak birleştirilmesi, özel ve özgün nitelikler oluşturur. Tekstilin kendine özgü karakterini belirleyen çözgü ve atkı ipliklerinin karmaşık ilişkileri gibi, yapı elemanlarının dizilimi, bağlanması ve birleştirilmesi de mimarinin karakteristik özelliklerini belirler. Bu yöntemle üretilen yapılar, büyük ölçekli binaların bir analogu olarak işlev görür.”

(Beesley & Seeborn, 2000: 288)

Bacvaroc ve Gleser’a (2016) göre, Neolitik dönemde kökeni Anadolu’ya dayanan dokuma tekniği Avrupa’ya yayılarak devam etmiştir. Bauhaus dokumacılarının, dokunmuş kumaşları "biçim, renk ve maddenin bir birlik içinde bileşimi" şeklinde betimler (Morabito, 2022). Endüstri dönemi sonrası teknolojinin gelişmesiyle evrensel hale gelmeye devam eden dokuma örgü tekniği üzerine çalışmalar, dünyanın çeşitli hesaplamalı tasarım laboratuvarlarında araştırılmaktadır. Uluslararası araştırma grupları endüstriyel örme teknolojilerini kullanarak mimarlıkta hesaplama, malzeme performansı ve dijital üretime entegre eden projelere ilgileri son on beş yılda artmıştır (Scott vd. 2021). T'ai Smith’e (2014) göre, tekstilin diğer disiplinlerle bu kadar etkileşim halinde olması teğet metaforuyla açıklanır. Teğet metaforu, dokumanın iç içe geçmesi, hareketi ve geometrisi ile ilişki kurar. Ona göre dokuma, bir disiplindir ve onu disiplin yapan değişime uyum sağlayan çokluktur. “Dokuma, görüntü oluşturulması, teknolojiye, mimariye ve yazıya dokunmak için çapraz, içinden ve arasından geçen teğet çizgisidir” (Morabito, 2022: 427). Tekniğin çalışma prensibi dokuma örgünün mantığını açıklar. Dokuma örgü tekniğinin geometrisi, hareketi ve malzemesine dair veriler tekniğin tektonik çıkarımlarının yapılacağı unsurlardır.

Dokuma örgü tekniğinde malzeme kullanımı geometrik potansiyel ve esnek harekete izin verecek şekilde seçilir. Pamuk, yün, ipek, polyester, akrilik ve naylon gibi farklı iplik çeşitleri bulunurken, şerit kumaşlar, tel, deri şeritler, kâğıt ipler, plarn (plastik poşetlerden yapılan ipler), kurdele, makrome ipi, metalik şeritler, iplikten yapılmış halatlar, jüt veya kenevir ipleri, elastik bantlar ve kumaş boyama ve kesme teknikleriyle yapılan şeritler gibi çeşitli malzemeler de alternatif olarak kullanılabilir (Sarkar vd.,2023). Mimarlıkta ise ETFE, polikarbonat, karton, metal örgü paneller, polipropilen ve cam gibi malzemeler, doğal ışık ve hava sirkülasyonunu artıran özgün yapılar oluşturmak için tercih edilir (Houtmann,2015).

Seçilen esnek malzemelerin ardından, dokuma örgü tekniğinin hareketi için iki ana ipi olmalıdır: çözgü ipi ve atkı ipi (Mamul, Tekstil Teknolojisi). Bu iki ana ipin hareketi cebirsel kod, desen ve matematikle ilişkilidir ve sistem kendi ritim, desen, form ve strüktürünü oluşturur (Şekil 35) (Harlizius-Klück, 2017).



Şekil 36. Dimi dokuma örgü çeşidi ve sayısal ilişkisi (Behera vd., 2012)

“Dokuma deseni, CAD’de ikili sayıların dikey bir dizisi olarak temsil edilebilir; çözgü ipliği, kesişim noktasında atkı ipliği üzerinde ise "1" ile, aksi durumda ise "0" ile gösterilir. Bu şekilde sonsuz sayıda dokuma çeşidi oluşturulabilir.”

(Hamdy vd.,2021)

Dokuma tekniğinin geometrisi, sayısal tasarımla ilişki kurulabilecek değişken parametreler ve parametrelere bağlı strüktürel değişimlerin gözlendiği özellikleridir. Başer’in 1994 yılında yazdığı *Kumaş Geometrik Yapısı ile Kullanım Özellikleri Arasındaki İlişkiler* başlıklı yazısında, kumaş geometrisini belirleyen örgü türleri ve iplik sıklığı olmak üzere kumaşı oluşturan ipliklerin yapısına ve ipliğin mekanik hareketlerine bağlı tasarım parametreleri olduğunu belirtir. Bu parametrelere ilişkin derin araştırmalar ise, tezin “Yapılan Çalışmalar 2” bölümünde mevcuttur.

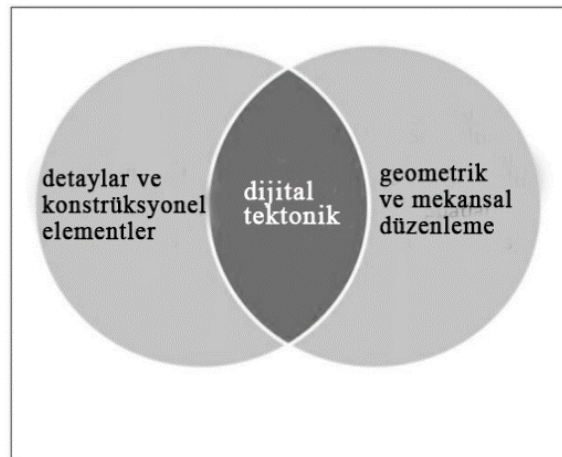
Dokuma örgü tektoniğinin sayısal verileri göz önüne alındığında sayısal ortama aktarılabilir verilerle sahip olduğu gözlemlenir. Dijital ile bulunduğu çalışmalar, bu sistemin artık dijital tektonik kavramıyla açıklanabileceğini gösterir. Sistemin kendi çalışma prensibi ve parametreleri, dokuma örgü tekniğinin estetik ve strüktürel açıdan potansiyellerini güçlendirir. “Dijital, dokumanın kapsadığı paradigmadan biridir; tekstil, tarihsel değişimlere ve yeni yaklaşımlara tamamen uyarlanabilir” (Smith, 2014: 167; aktaran Morabito, 2022).

2.2. Bir Metot Olarak Dijital Tektonik

“Dijital tektonik, tasarım yazılımının kullanımını geleneksel inşaat yöntemleriyle bütünleştirerek gelişen bir metodolojidir”

(Beesley & Seeböhm, 2000: 287)

Son zamanlarda birçok teorisyen, bilgisayarın tektonik yeteneğini vurgulamışlardır. Dijital tektonik sadece mekansal düzenlemeleri değil, aynı zamanda materyallerin ve inşaat elemanlarının fiziksel niteliklerini de vurgular. Bu yöntem, geometri ve yapı elemanlarının detaylı incelenmesine dayalı titiz bir yaklaşım sunar ve tarihi örneklerde kullanılan sistematik tektonik tasarım prensiplerini modern dijital araçlarla birleştirir. Sonuç olarak, dijital tektonik tasarım, çağdaş yapı yapma pratiğinde yenilikçi ve bütüncül bir tasarım metodu sunar.



Şekil 37. Beesley & Seeböhm'a göre dijital tektonik grafiği

Dijital tektonik kavramı tektonik kavramının zaman içinde gelişmiş halidir (Şekil 36). Literatürde kavramın gelişim sürecine dair veriler elde edilmiştir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda, süreç içinde dijital tektonik kavramını geleneksel yapım tekniklerinin dijital teknolojiler ile ilişkisi üzerinden okuyan önemli teorisyenler Eduard F. Sekler, Semper, Kenneth Frampton ve Rivka Oxman olarak belirlenmiştir. Bu isimlerin değişen tektonik kavramına dair üstlerinde durdukları başlıklar neticesinde farklı mimari yaklaşımlar yönüyle ele aldığı düşünülmektedir. Bu yaklaşımlar Yapısalcı, Fenomenolojik ve Yeni Yapısalcı Yaklaşımlardır. Geçmişten günümüze bu yaklaşımlar doğrultusunda dijital tektonik kavramının geçmişin izlerini geleceğe taşıyan bütüncül bir bakış açısı barındırdığı saptanır. Bu çalışmada, dijital tektonik kavramının gelişen teknoloji ile birlikte dijital fabrikasyon tasarımları için bir yöntem/metot olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu yöntem teorik anlamda kendi alt kavramları ve ilişki ağları olan bir bütünü oluştururken, pratik alanda geleneksel bir tekniğin geleceğe aktarımındaki kilit olarak değerlendirilebilir. Bu çalışma kapsamında geleneksel yapım tekniği olarak dokuma örgü ve teknolojik üretim aracı olarak eklemeli imalat teknolojisi birlikteliği incelenmiştir. Böylece, dijital tektonik kavramına ait yeni bir tanımlama yapabilmek mümkündür. Bu tanımlamanın gerçekleşmesi için kavramın oluşum sürecine dair teorisyenlerin anahtar kavramları, mimari yaklaşımlar yönüyle belirlenen kavramlar ve geleneksel teknik/teknoloji araçları birlikteliğinin dijital tektonik kavramıyla ilişkisine dair ip uçları vermektedir (Tablo 3).

Geleneksel zanaat teknikleri, yenilikçi yöntemlerle modern üretim süreçlerine entegre edilerek, dokuma sanatı kültürünün geçmişten farklı bir şekilde yeniden canlandırılması mümkündür. Bu yaklaşım, dokuma sanatının doğasındaki ruhu korurken, aynı zamanda kültürel yaratıcılığı destekler.

Tablo 2. Geleneksel teknik/teknoloji araçları birlikteliğinin dijital tektonik kavramıyla ilişkisi

yapısalcı yaklaşım		fenomenolojik yaklaşım	yeni yapısalcı yaklaşım
Eduard Sekler	Gottfried Semper	Kenneth Frampton	Rivka Oxman
Tektonik Eklemlenme Düğüm (en temel tektonik bileşen) Konstrüksiyonun Şiirselliği		Dokuma Örgü 1- Dokuma örgü çeşitlerinin analizi 2- parametrelerin belirlenmesi 2 Dijital 3- Belirlenen parametrelerin hesaplamalı tasarımı 4- Modelcilerden çözümlerden çözüm uzayı oluşumu 5- Oluşturulan modelin 3D boyutlu üretimi	
		1 Geleneksel 3 Dijital Fabrikasyon	
Tektonik			Dijital Tektonik

2.2.1. Karşılaştırmalar

Bu çalışmada, 19.yüzyıl-21.yüzyıl arasında tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşüm süreci farklı mimari yaklaşımlarla birlikte araştırılmaya başlanmıştır. Analiz süreci de araştırma sonucunda ortaya çıkan kavramların birbirleri ile kıyaslamaları üzerinden ilerleyecektir. Elde edilen kavramların karşılaştırma yapılacak grupları şöyledir:

- Sekler - Frampton - Semper – Oxman
- Yapısalcı Yaklaşım – Fenomenolojik Yaklaşım - Yeni Yapısalcı Yaklaşım
- Dokuma örgü – Eklemeli İmalat Teknolojisi

a) Sekler-Frampton-Semper-Oxman;

Frampton, Sekler, Semper ve Oxman, mimarlıkta tektonik/dijital tektonik kavramını önemser ve yapı elemanlarının birleştirilmesi, yapısal bütünlük ve estetik ifadeye vurgu yaparlar. Bu karşılaştırma yapılırken teorisyenlerin yaşadıkları dönem (yıl) önemli görülmüştür, kendi dönemleri itibari ile teknolojinin gelişimi iç içedir. Bakış açılarındaki teknolojik bağlama, estetik yargılara, teorik yaklaşımlarına ve tektonik/dijital tektonik kavramına ilişkin ürettikleri anahtar kavramlara göre karşılaştırmalı bir okuma gerçekleştirilmiştir (Tablo 3).

Her bir teorisyen, mimari üretim sürecinde yapı elemanlarının kullanımının önemini vurgular. Bu dört düşünür de mimarlık ile teknoloji arasındaki ilişkiyi inceler. Teknolojinin mimarlık pratiği üzerindeki etkilerini değerlendirir ve çağdaş teknolojilerin mimari tasarım ve üretim süreçlerine olan katkılarını araştırır. Frampton, Sekler, Semper ve Oxman,

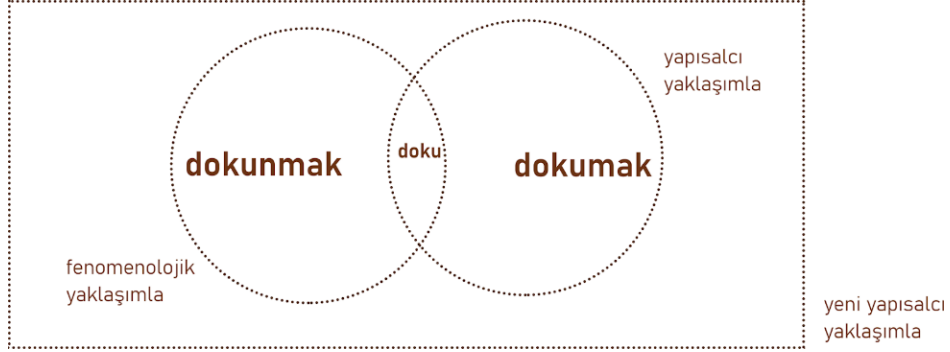
geleneksel yapısal tekniklerin ve malzemelerin, modern teknolojilerle nasıl birleştirilebileceğini araştırır.

Geçmişten gelen mimari geleneğin, çağdaş teknolojilerle birleşerek nasıl yenilikçi mimari ürünlere dönüştürülebileceğini incelerler. Genel değerlendirmelerdeki en büyük fark ise, teknolojik gelişmeler ve tektonik ilişkileri üzerine olmaktadır. Rivka Oxman, dijital teknolojilerin mimarlık alanında yeni bir tektonik paradigma oluşturduğunu savunurken, diğerleri (örneğin Frampton ve Semper), bu teknolojilerin sadece araç olduğu ve tektonik kavramının temel prensipleri üzerine yoğunlaşır

Tablo 3. Kavram öncülünde teorisyen bakış açılarının karşılaştırılması

	GOTTFIERD SEMPER	EDUARD F. SEKLER	KENNETH FRAMPTON	RIVKA OXMAN
YIL	(1803-1879)	(1920-2017)	(1930-)	(1950-)
TEKNOLOJİK BAĞLAM	Geleneksel işçilik/ el zanaati	Teknolojinin yapısal sistemlere etkisi	Teknolojinin yerel malzemeler ve inşaat teknikleri ile birleşerek kullanılması	Dijital fabrikasyon ve yeni malzemeler
ESTETİK YARGI	Malzeme, teknik ve kültürel bağlamın bir araya gelerek estetik bir bütün oluşturması	Yapıların yalnızca estetik bir nesne olmadığı, aynı zamanda yapısal ve işlevsel bir bütün olduğu	İnsanın şiirselliği teknoloji, bilim, sanat, kültür kesişiminden doğar	Hem konsept hem de üretim aşamalarında malzemenin estetik ve yapısal boyutunun düşünülmesi
TEORİK YAKLAŞIM	Malzeme ve teknik bilginin tasarım, yapım ve estetik üzerine etkileri	Klasik tektonik teori: geometri, oranlar, süsleme ilişkisinin yapısal sistemleri oluşturması	Geleneksel yapısal tekniklerin ve malzemelerin, yenilikçi tasarım ve üretim teknikleriyle birleştirilmesi	Dijital tektonik teorisi: dijital teknolojilerin sunduğu yeni olanakların tasarım, yapım ve estetik üzerindeki etkileri
TEKTONİK/ DİJİTAL TEKTONİK BAĞLAMA DAİR ANAHTAR KELİMELE	- En temel tektonik bileşen düğüm - Malzeme - El zanaati	-Strüktür -Konstrüksiyon -Tektonik eklemlenme	-İnsanın şiirselliği -Dokunsallık -"Yerel" ve tektonik	- Dijital Araçlar - Materyalizasyon - Esneklik -Sistem düşüncesi

b) Yapısalcı Yaklaşım - Fenomenolojik Yaklaşım - Yeni Yapısalcı Yaklaşım;



Şekil 38. Yapısalcı - Yeni yapısalcı- Fenomenolojik yaklaşımların ilişkisi

Yapısalcı Yaklaşım malzeme tektoniği yapının örümü ile ilişkilidir. “Dokuyu Dokumak” malzemenin yan yana geliş biçimindeki biçime odaklanır. Yeni Yapısalcılık hem dokunma hem dokuma eylemlerini doku üzerinde deneyimlemeyi hedefler (Şekil38). “Dokunun dokunularak dokunması” hem içsel-anlamsal boyutunda malzemenin ele alınışını hem de yapısal-biçimsel- strüktürel ele alınışını sağlar.

- Yeni Yapısalcılık (Strüktüralizm) daha çok teknolojik yeniliklere ve yapı sistemlerinin esnekliğine odaklanırken, Yapısalcı Yaklaşım (Strüktüralizm) yapılar arasındaki ilişkileri ve kültürel anlamları vurgular. Fenomenolojik Yaklaşım ise tamamen deneyim ve duysal algı üzerine yoğunlaşır, bu açıdan diğer iki yaklaşımdan ayrılır.
- Yeni Yapısalcılık (Strüktüralizm) ve Strüktüralizm daha çok sistematik ve analitik bir yaklaşım sergilerken, Fenomenolojik Yaklaşım daha deneyimsel bir yaklaşım benimser.
- Strüktüralizm ve Yeni Strüktüralizm genellikle daha çok fiziksel ve yapısal unsurlara odaklanırken, Fenomenolojik Yaklaşım estetik ve duygusal deneyimlere odaklanır.

Tektonik kavramı Yapısalcı Yaklaşım ve Fenomenolojik Yaklaşım doğrultusunda ortaya çıkmışken; dijital tektonik bu üç yaklaşımdan geliştirilerek evrimleşmiştir. Her üç yaklaşımın ortak noktası dijital tektonik kavramına ait ana kavramların bütünüdür.

c) Dokuma örgü – Eklemeli İmalat Teknolojisi;

Dokuma örgü tekniğinin imalat süreci, el yapımı, mekanik ve dijital olmak üzere üç üretim modunu kapsayan nadir tekniklerden biridir (Mori,2004). Geleneksel dokuma örgü

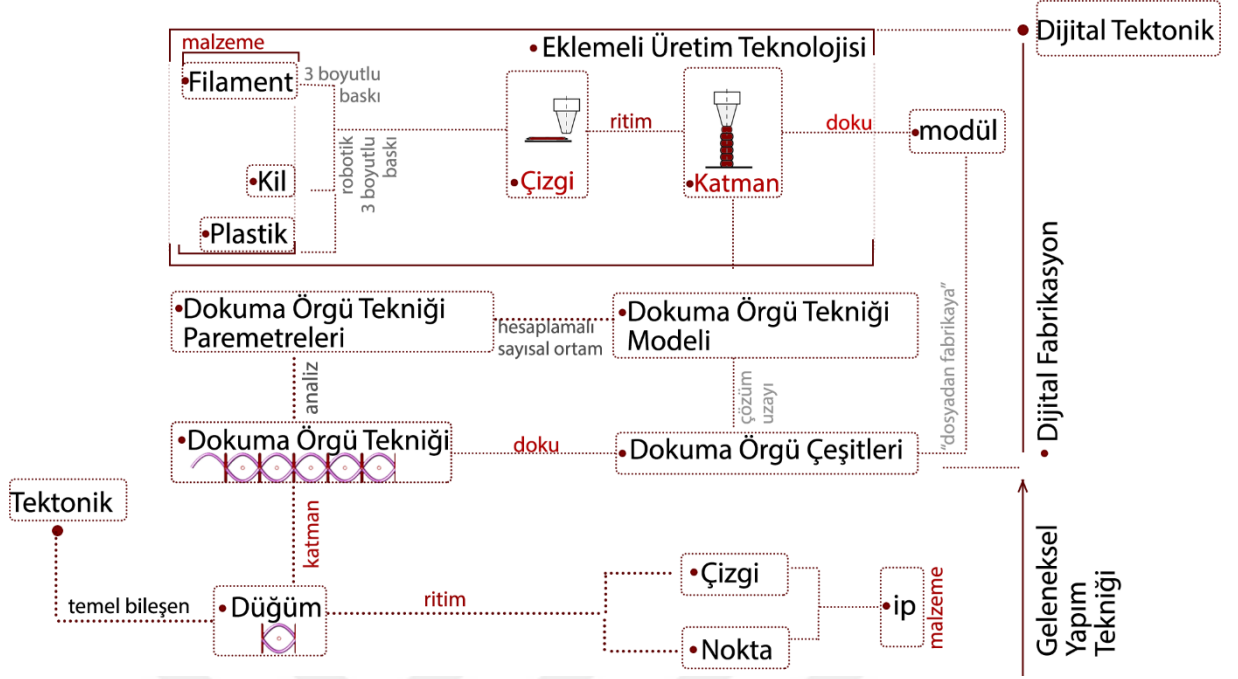
teknikinde çözgü ve atkı ipini sezgisel ancak zanaat bilgisi ve bilgelikle dengede işleme isteği hesaplama mantığı ile birleştiğinde üretimin performans olarak gelişimine sebep olur (Mori,2004). Öyle ki, temelde dokuma örgü tekniği bir mekanik hareketin ürünüdür. Bu hareket malzeme olarak kullanılan ipin hareketine bağlıdır. Bu hareket kurallı şekilde tekrarlanır ve kendi ritmini oluşturur. Fukas’a göre, kendi ritüeli ritmi ve dansın bir taklidi olan dokuma, aynı zamanda mimarının de kaynağıdır (Fuksas, 2006; aktaran Mubashra vd.,2021). Öte yandan, 3 boyutlu baskı teknolojisi ise hareketini malzemeyi katmanlaştırarak gerçekleştirir (Mathur,2016). Dokuma örgü tekniği ve 3 boyutlu baskı teknolojisinin temel hareketleri birlikte düşünüldüğünde üretilecek ürünün tektonik yaklaşımı bir bütün oluşturmalıdır. Dokuma örgü tekniğinin çalışma prensibi ile eklemeli üretim teknolojisinin çalışma prensibindeki ortak unsurlar ritim ve katmanlaşmadır. Her iki sistem de kendi ritmini ve malzemenin birikerek katmanlaşmasını sağlayarak dokuyu oluşturur (Tablo 4).

Tablo 4. Dokuma örgü tekniği ve eklemeli üretim teknolojisi çalışma prensibine dair ortak kavram tablosu

	dokuma örgü tekniği			eklemeli üretim teknolojisi		
	tekrar	katman	malzeme (ip)	tekrar	katman	akışkan malzeme (kil,plastik,filament)
strüktürel bağlam	sıklık	stabil yapı	esneklik	yoğunluk	stabil yapı	esnek tasarım/zor geometrik ürünlerin üretimi
estetik değer	ritim	doku/yüzey	çizgi/nokta renk	ritim	doku/hacim	çizgisel görünüm renk

Tekstil ürünleri, farklı kombinasyonlarda tekrar ve tempo tasarım ilkelerine göre oluşturulmaktadır (Göktaş ve ,2022). Dokuma tekniği, atkı ve çözgü iplerinin hareketinin kendi içinde ritmini yakalaması ile oluşmaktadır. Ağ dokusu görsel algıda ritmik bir işleve hizmet eder. İki boyutlu hareketin ritmik düzlemler yaratması dokuma tekniğinin tektonik dilidir. Ritim kavramı, fenomenolojik yaklaşım ve yapısalcı yaklaşımda farklı ele alınır.

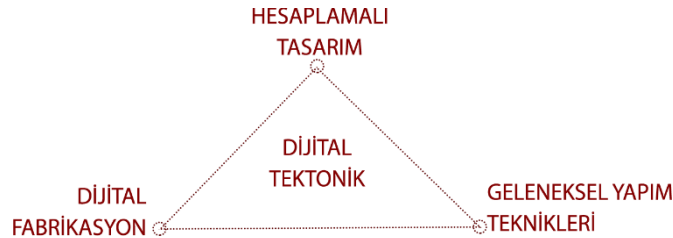
Güngör’e göre (2010) çizgi kendi içinde tekrarı olan bir elemandan kendi içinde düzenli tekrarı ritim elde etmenin bir aracıdır. Mimaride estetik bütünlüğün oluşumunda hareket, ışık, doku, renk, simetri, oran, ritim, denge gibi unsurlar önemli görülmektedir (Anonim,1997).3 boyutlu baskı teknolojisi çizgisel (lineer) baskı yaparak kendi içinde ritmi oluşturmaktadır. Düzenli tekrar bilgisayar destekli ortamda sağlanmaktadır. Ritmin üretim aracının kendiliğinden baskısı “öz” ile alakalıdır. Bu ‘ritmik öz’ strüktürün tektonik dilini oluşturur (Şekil 39).



Şekil 39. Dokuma örgü tekniği ve eklemeli üretim teknolojisinin çalışma prensiplerinin ortak kavramlara dair kapsamlı bir diyagram

2.2.2. Dijital Tektonik DDnet Kavram Haritası

Oxman (2010)'nın geliştirdiği DDnet kavram haritası Yeni Yapısalcılık yaklaşımının tanımını yaparken kullandığı yardımcı bir haritadır. Bu noktada, dijital tektonik kavramının günümüzdeki tanımının ve yerinin belirlenebilmesi adına kavramın alt kavramlarını bu haritalama metodu kullanılarak gösterilmektedir. Dijital tektonik bu çalışma kapsamında, üç ana başlıkta çerçevelenir; hesaplamalı tasarım, dijital fabrikasyon, geleneksel yapım teknikleri (Şekil 40).

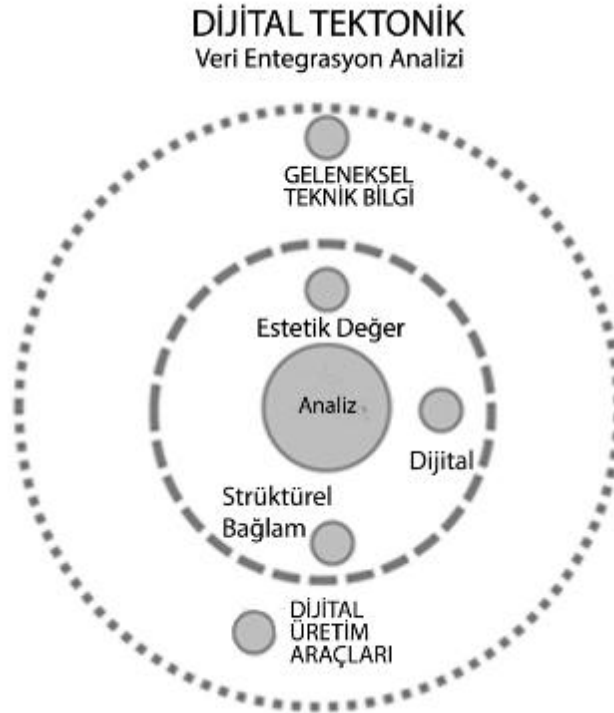


Şekil 40. Uygulama çalışmalarında dijital tektonik kavramının yeri

geleneksel yapım teknikleri		dijital fabrikasyon araçları
teknik	dijital tektonik	teknoloji
yerel bilgi		evrensel bilgi
geçmiş		gelecek
strüktür + estetik + dijital		
yapısalcı yaklaşım + fenomenolojik yaklaşım		
yeni yapısalcı yaklaşım		

Şekil 41. Kavramlar arakesitinde dijital tektonik

Geleneksel zanaat teknikleri, yenilikçi yöntemlerle modern üretim süreçlerine entegre edilerek, dokuma sanatı kültürünün geçmişten farklı bir şekilde yeniden canlandırılması planlanır. Bu yaklaşım, dokuma sanatının doğasındaki ruhunu korurken, aynı zamanda kültürel yaratıcılık idealini desteklemeyi amaçlar. Bu noktada, Şekil 40’da elde edilen kavramlarla DDnet diyagramı oluşturulur (Şekil 42).



Şekil 42. Dijital tektonik DDnet diyagramı

- Entegre bir yaklaşım: Estetik değer, strüktürel bağlam ve dijital uygulamaların bir araya gelmesi, yapıların tasarımından üretimine kadar tüm süreçleri bütünleşmiş bir şekilde ele almayı sağlar. Bu, daha kapsamlı bir bakış açısı kazanılmasını sağlar.
- Tasarım ve üretim süreçlerinin iyileştirilmesi: Estetik değer, strüktürel bağlam ve dijital uygulamaların bir araya gelmesi, tasarım ve üretim süreçlerini daha verimli hale getirilmesini sağlayacaktır.
- Estetik ve fonksiyonel dengenin sağlanması: Estetik değer değerlendirilmesi, uygulamaların estetik ve fonksiyonel gereksinimlerinin dengelenmesine yardımcı olur. Uygulamaların hem görsel olarak değerlendirilmesini hem de kullanım amacına uygun olmasını sağlar.
- Dijital teknolojilerin verimli kullanımı: Dijital olarak uygulamaların değerlendirilmesi, dijital teknolojilerin tasarım ve üretim süreçlerinde verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir.
- Uygulama sistemlerinin avantajlarının keşfedilmesi: Estetik değer, strüktürel bağlam ve dijital uygulamaların bir araya gelmesi uygulamada hangi başlığın ağırlıklı olarak uygulamaya hangi avantajları sağladığının bir göstergesi olabilmektedir.

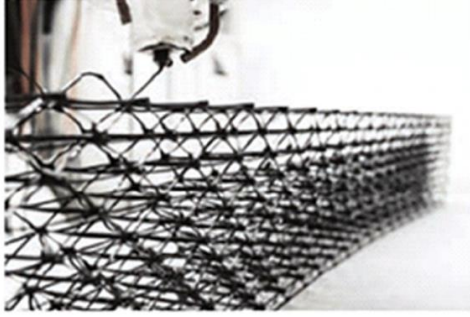
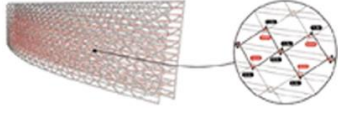
2.2.3. Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniğinin Fabrikasyon Örnekleri

Eklemeli üretim teknolojisinin robot manipülatör ile bütünleşik kullanıldığı çalışmalar ve dokuma örgü sistemin mimaride kullanımı irdelendiğinde, her iki sistemin çoğu örnekte ayrı ayrı ele alındığı görülmektedir. İki sistemin birlikteliği potansiyelleri bakımından bir keşif konusu olmaya devam etmektedir. Dijital fabrikasyon araçlarının geleneksel yapım teknikleriyle kullanımı geleneksel olanın geleceğe aktarımı ile ilgili bir yöntem/method olarak değerlendirilebilir. Bu noktada, bu çalışmada dijital tektonik kavramına ilişkin belirlenen “strüktür + estetik + dijital” alt başlıkları bu değerlendirmelerin ölçütü niteliğindedir. Bu ölçüt dokuma örgü tekniğini temel almış ve eklemeli üretim teknolojisi ile üretilmiş uygulamalarda teknik bilginin ve teknolojik aracın katkısını göz önüne serer. Bu katkılar doğrudan her iki sistemin kendi potansiyellerini içerir. Bütünsel bir bakış açısıyla, teknikte ve araçta hangi parametreler kullanıldığının bir serimi niteliğindedir. Bu analiz uygulamanın tektoniğinin araştırılmasına olanak verirken, teori ve uygulamanın işlerliğini hesaba katar.

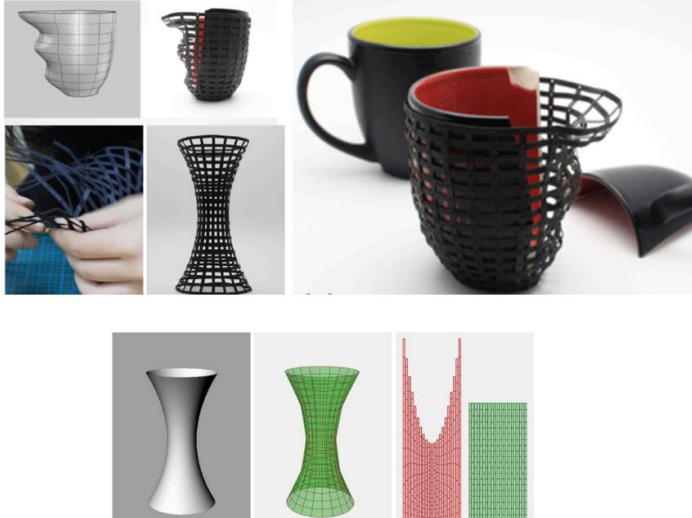
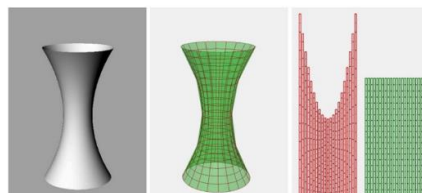
Eklemeli üretim teknolojisi ve dokuma örgü tekniğinin birlikte düşünüldüğü uygulamalardan üç örnek seçilmiştir. Bu örneklerden biri robotik eklemeli üretim teknolojisini kullanır (Tablo 6), ikincisi el işçiliği ve eklemeli imalat teknolojisini birlikte kullanır (Tablo 7) ve üçüncüsü eklemeli üretim teknolojisini prototip üretmek maksatlı kullanır (Tablo 8). Bu özellikleri nedeniyle seçilmişlerdir.

- Tablo 5’de uygulama strüktürünü hem dokuma örgü tekniğinin katmanlı yapıda olmasından (projenin yükseklik boyunu verirken seğim yapmamasını sağlamış ve sağlamlık katmış), hem de robotik üç boyutlu baskı teknolojisinin katmanlı çalışmasından alarak oluşturur.
- Tablo 6’da uygulama strüktür değerini geleneksel dokuma örgü tekniğinden alır. Dokuma örgünün tekrar sayısı arttıkça yüzey daha sık hale gelmiştir. Yüzeyin genişliği katman sayısının artmasıyla ilişkilidir. Dijital fabrikasyon aracının baskı yoğunluğu dokuma örgü tekniğindeki tekrar sayısına bağlı doğru oranda artarak sağlamlık sağlar. Estetik değerleri baskı sırasında malzeme seçimiyle renk/çizgisel (lineer) görüntü verirken, dokuma örgünün katmanlı birleşimi yüzeyi algılamamızı sağlar.
- Tablo 7’de uygulama strüktürel değerini dokuma örgünün tekrarlı ve katmanlı yapısından alırken, 3 boyutlu baskı teknolojisi örgü hareketini besler. Estetik olarak geleneksel yapım tekniği ve 3 boyutlu baskı teknolojisi bu projede doku (hem yüzeyssel bir doku hem de hacmi olan) oluştururken, baskı teknolojisinin malzeme potansiyeli geometrinin baskısını kolaylaştırarak esnek bir tasarım anlayışı sunar.

Tablo 5. Dijital tektonik analiz yöntemi örnek 1

Dijital Tektonik Yöntem		Hesaplamalı Ortamda Uygulanan Parametreler	Strüktürel Değer	Estetik Değer
Uygulanan Geleneksel Yapım Tekniği	Dokuma Örgü Tekniği	-Bağlantı noktaları	- Tekrar Sıklık - Katman Stabil yapı	- Tekrar Ritim
Uygulanan Dijital Fabrikasyon Aracı	Robotik 3 Boyutlu Baskı	-Katmanlar boyunca bağlantı açıları	- Katman Stabil yapı - Malzeme (PLA) Filament Zor geometrik ürünlerin üretimi	-Katman Doku/Hacim - Tekrar Çizgisel görünüm ve renk
Avantajlar		Robotik "dokuma" yöntemi, betonarme kadar dayanıklı bir inşaat malzemesi yaratır ve takviye-kalıp gibi süreçleri tek bir robotik üretim sürecinde birleştirir (Hack ve ark, 2013).		
Proje Künyesi	Yılı	2013	   (Hack ve ark, 2013)	
	Proje Adı	<i>Tekrarları Değiştirmek:Büyük Ölçekte Robotik İmalat Süreçleri</i> (Overcoming Repetition: Robotic Fabrication Processes at a Large) Scale		
	Uygulayan	Norman Hack,Willi Lauer, Silke Langenberg, Fabio Gramazio and Matthias Kohler		
		Proje Görseli		

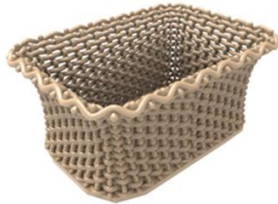
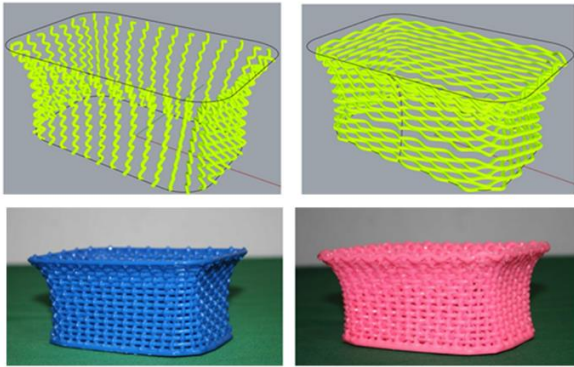
Tablo 6. Dijital tektonik analiz yöntemi örnek 2

Dijital Tektonik Yöntem		Hesaplamalı Ortamda Uygulanan Parametreler	Strüktürel Değer	Estetik Değer
Uygulanan Geleneksel Yapım Tekniği	Dokuma Örgü Tekniği	- Çözüğü veya atkı miktarı, genişlik, aşağı veya yukarı nokta referansının çapı	- Tekrar Sıklık - Katman Stabil yapı	-Katman Doku/Yüzey
Uygulanan Dijital Fabrikasyon Aracı	Robotik 3 Boyutlu Baskı	-Malzeme esnekliği	- Tekrar Yoğunluk	- Malzeme / esnek tasarım ve zor geometrik ürün lerin üretimi
Avantajlar		Dokuma örgü tekniğini 2 boyutlu bir yüzey oluşumu eldesi kullanarak 3 boyutlu nesneler elde edilir. "2.5 D " olarak adlandırılan çalışma, 3 boyutlu yazıcıdan çıkan dokuma örgü yüzeyleri manuel olarak işleme ile elde edilir. Objelere bağlı çözüğü veya atkı miktarı, genişlik, aşağı veya yukarı nokta referansının çap değişir (Tao vd., 2016).		
Proje Künyesi	Yılı	2016		
	Proje Adı	<i>CompuWoven: El Dokuması El Sanatına Yönelik Bilgisayar Destekli Bir İmalat Yaklaşımı</i> (CompuWoven: A Computer-Aided Fabrication Approach to Hand-Woven Craft)		
Uygulayan	Ye Tao Nannan Lu Caowei Zhang Guanyun Wang Cheng Yao Fangtian Ying			
(Tao vd., 2016)				

Tablo 7. Dijital tektonik analiz yöntemi örnek 3

Dijital Tektonik Yöntem		Hesaplamalı Ortamda Uygulanan Parametreler	Strüktürel Değer	Estetik Değer
Uygulanan Geleneksel Yapım Tekniği	Dokuma Örgü Tekniği	- Çözüğü veya atkı miktarı	- Tekrar Sıklık - Katman Stabil yapı	-Katman Doku/Yüzey
Uygulanan Dijital Fabrikasyon Aracı	3 Boyutlu Baskı	-Malzeme esnekliği	- Tekrar Yoğunluk	- Malzeme / esnek tasarım ve zor geometrik ürün lerin üretimi -Katman Doku/Hacim
Avantajlar		Parametrik tasarım yazılımı (Rhino + Grasshopper) kullanarak dalgalanma özelliklerine sahip ürünler oluşturmak ve gerçek uygulamalara yön vermek amaçlanır. Çözüğü ve atkırı ayıran nokta sayısı ile dalga yüksekliğini değiştirerek parametrik tasarımın esneklik özellikleri gösterilir (Chang, 2021).		

Proje Künyesi	Yılı	2021	Proje Görseli
	Proje Adı	Parametrik Tasarımın Dokuma Özelliklerine Sahip 3D Modellerin Oluşturulmasında Kullanımı (Parametric Design Used in the Creation of 3D Models with Weaving Characteristics)	
	Uygulayan	Hui-Chin Chang	



(Chang, 2021)

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR 2

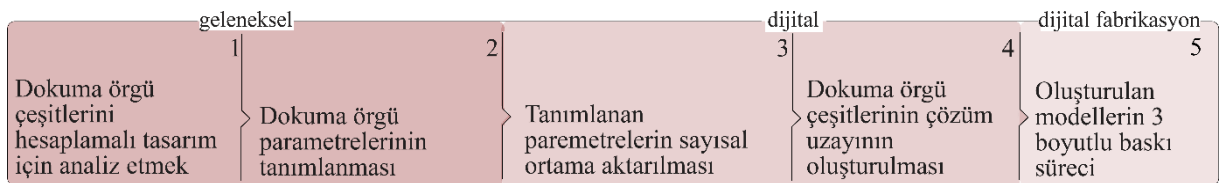
Yapılan Çalışmalar 1 boyunca geliştirilen düğümün teorik alt yapısı, Yapılan Çalışmalar 2 kısmında dijital bir dokuma örgü sistem uygulaması olarak karşımıza çıkmaktadır. Dokuma örgünün sistematığı çözümlenip eklemeli imalat teknolojisi ile yeniden düşünülecektir. Bu düşünce akışı, Yapılan Çalışmalar 1 bölümünde eklemeli üretim sistemi ile dokuma örgü tekniğinin karşılaştırmalı olarak birbirleri ile etkileşimlerinin incelenmesi üzerine geliştirilir. Bu birlikteliğin temelinde estetik, strüktürel ve dijital temeller yer alır. Teorik olarak temellendirilen çalışmanın ardından modül tasarımı gerçekleştirilir.

3.1. Eklemeli İmalat Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniği ile Modül Tasarımı

“Tekstiller, mimari tasarımda hesaplamalı tekniklerin, desen manipülasyonunun, malzeme üretiminin ve üretimin birbirine bağlı bir döngü olarak keşfedildiği sağlam bir tasarım süreci sunar”

(Ahlquist, & Sharmin, 2016:)

Geleneksel dokuma örgü tekniğinin dijital fabrikasyon araçlarıyla birlikte üretimi günümüz mimarlık anlayışını etkilemektedir. Örneklerin günden güne sıklığı artmakla birlikte tekniğin nicel değerleri üzerine düşünülmelidir. Geleneksel dokuma tekniğinin temel parametrelerinin belirlenmesi, gelecek projeler için nitelikli bir kaynak oluşturmalıdır. Böylece, geçmişten edinilen imalat tekniği, yöntemi ve teknolojisinin temelleri geleceğe sağlam aktarılacak ve bu çalışma bir rehber/kaynak olarak kullanılabilecektir. Bu aktarım dokuma örgü tekniğinin tektonik bilgisini dijitalde oluşturmak ile başlar. Sayısal ortama aktarılan teknik bilgi dijital ortamda modellenir. Modelin üretimi eklemeli imalat teknolojisiyle fiziksel ortamda üretilir. Bu süreç Geleneksel-Dijital-Dijital Fabrikasyon sürecini kapsamaktadır (Şekil 43).



Şekil 43. Geleneksel dokuma örgü tekniğinin dijital fabrikasyona geçiş metodolojisi

Çalışma beş ana aşamadan oluşmaktadır:

- Dokuma örgü çeşitlerini hesaplamalı tasarım için analiz etmek: Dokuma tekniklerinin çözümlemesi yapılarak, parametrik modellerin oluşturulması için gerekli veriler toplanır.
- Dokuma örgü parametrelerinin tanımlanması: Analiz adımından elde edilen veriler, hesaplama modellemesi için sınıflandırılmıştır.
- Tanımlanan parametrelerin sayısal ortama aktarılması: Analiz adımından elde edilen veriler, hesaplama modellemesi için sınıflandırılmıştır.
- Dokuma desenlerinin çözüm alanının oluşturulması: Dokuma teknikleri kullanılarak üretilen yüzeylerin farklı varyasyonları oluşturulacaktır. Bu aşama, hesaplamalı tasarım potansiyellerinin incelenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir.
- Oluşturulan modellerin 3d baskı süreci: Yüzey dokularının hacimsel etkileri araştırılacaktır. Tasarlanan hacimsel dokular, üç boyutlu yazıcı kullanılarak basılacaktır. Bu aşama, dokuma tekniklerinin hesaplamalı tasarım potansiyellerinin araştırılması ve inşaat tekniklerine ilişkin sorgulamaların yapılması açısından önemlidir. Bu son adım, dijital imalat sürecini temsil eder. Bu çalışma asıl olarak dijital imalat süreçlerine odaklanmasa da geleneksel modelden dijital modele ve dijital imalata döngüyü keşfetmek için bir deney olarak hizmet eder. Bu çalışma kapsamında, bir 3B baskılı prototip üretilmiştir.

Çalışma kapsamında, dokuma örgü çeşitlerini oluşturan değişkenler belirlenir. Belirlenen değişkenler, Rhino / Grasshopper gibi parametrik tasarım programları kullanılarak bir kod dizgesi oluşturmak için kullanılır. Oluşturulan kod dizgesi, parametrelerin değerlerini örgü çeşidinin kurallarına göre değiştirerek istenen örgü çeşidini elde etmeyi sağlar. İstenirse, bu kod dizgesiyle örgü çeşidinin farklı varyasyon modelleri de elde edilebilir. Belirlenen örgü çeşitleri, sayısal ortamda üç boyutlu olarak modellenir ve üç boyutlu baskı teknolojisi kullanılarak fiziksel olarak basılır. Bu adımlar, tasarım sürecinin parametrik bir yaklaşımla yönetilmesini ve örgü çeşitlerinin dijital modellemesini takip eder.

Çalışmanın temeli, dokuma çeşitlerine dair literatür bilgisine dayanarak, dokuma çeşitliliğini oluşturan parametreleri belirlemek ve bu parametreleri analiz ederek hesaplamalı tasarım ortamına aktarmaktır. Böylelikle, dokuma varyasyonlarının aynı parametrik model üzerinde üretilmesi sağlanacaktır. Dokuma tekniklerinin parametreleri, mevcut kaynaklarda

Bezayağı Örgü, Dimi Örgü ve Saten Örgü olarak sınıflandırılan örgülerin çeşitlenme nedenlerine göre belirlenmiştir.

3.2. Dokuma Örgü Sistemi Parametrelerinin Belirlenmesi

Dokuma desenlerinin çeşitlenmesine yol açan faktörler analiz edilerek, düz, dimi ve saten dokumalar olarak sınıflandırılan dokuma parametreleri belirlenmiştir. Düz, dimi ve saten dokumalar olan üç ana dokuma deseninin temel özellikleri aşağıdaki gibidir (Önder & Barkalp, 2017):

- Düz dokuma, atkı ve çözgü ipliklerinin eşit sayıda olduğu bir dokuma deseni türüdür. Çözgü ipliklerinin atkı iplikleri üzerindeki hareketi bire bir oranında ilerler; ya bire bir (bir yukarı, bir aşağı) ya da ikiye iki (iki yukarı, iki aşağı) oranında ilerler.
- Dimi dokuma, çözgü ipliklerinin atkı iplikleri üzerinde uzun atlamalar yaptığı diyagonal bir dokuma desendir. Diyagonal yön değişebilir ve hem sağa hem de sola eğimli dimi desenleri olabilir.
- Saten dokuma, bağlantı noktalarının birbirine temas etmediği bir desenle karakterize edilir. Dimi dokuma gibi, o da diyagonal olarak ilerleyebilir.

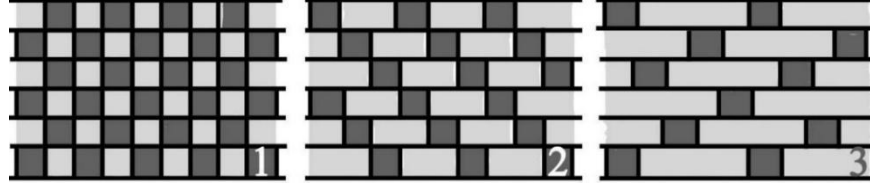
Farklı dokuma desenleri dokuma kurallarına göre karşılaştırılmıştır (Önder & Barkalp, 2017; Koyunlu ve diğerleri, 2020). Bu karşılaştırmalar (Şekil 44) aşağıdaki parametrelerin belirlenmesine yol açmıştır:

- Dimi ve saten dokuma desenleri diyagonal modeller oluştururken, düz dokuma tek bir sırada ilerler.
- Düz dokuma deseniyle dokunmuş bir kumaşta hem çözgü hem de atkı iplikleri yüzeye hakimken, saten dokuma deseniyle dokunmuş bir kumaşta ya çözgü ya da atkı ipliği hakimdir.
- Dimi ve düz dokuma desenlerinde daha az çözgü ipliği atlaması varken, saten dokumada daha uzun çözgü ipliği atlamaları vardır. • Düz dokuma deseniyle dokunmuş kumaşlar daha sıkıdır, dimi ve saten dokuma desenlerinde ise daha açık ve gevşek yüzeyler gözlemlenir.

b) Dokuma Örgü Parametrelerinin Tanımlanması

Dokuma tekniği en az iki atkı ipinin arasında bir çözgü ipinin doksan derece açı ile geçirilmesi ile oluşmaktadır. Dokuma yüzeyinin oluşumu çözgü ipi, atkı ipi ve çerçeve gibi temel unsurların kendi içinde sayısal, sıra ve rotasyon değişimlerine bağlıdır. Bezayağı(düz)

örgü, dimi örgü ve saten örgü çözgü ipinin birbirinden farklı kurallara göre dokunması ile oluşturulur. Bu çalışmada bu kuralları oluşturan değişkenler çözümlenir.



Şekil 44. Dokuma örgü çeşitleri

- Değişken 1: Çerçeve Sayısı ve Çerçeve Boyutları parametresi üç dokuma örgü çeşidi için kullanılan bir parametredir. Dokuma örgü çeşitlerinin tümünde oluşturulacak yüzeyin en, boy sayısını verir.
- Değişken 2: Atkı İpi-Çözgü İpi sayısı ve iplerin uzunluğu parametresi her üç dokuma örgü çeşidi için uygulanan temel bir değişkendir. Çeşitlenmeyi sağlamaz. Dokuma örgü çeşitlerinin tümünde oluşturulacak yüzeyin sıklığını verir.
- Değişken 3: Çözgü İpinin Hareket Yönü (Dolu-Boş) parametresi her üç dokuma çeşidi içinde önemli bir girdidir. Dokuma tekniğinin temel çalışma prensibini oluşturur.
- Değişken 4: Çözgü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sayısı parametresi dokuma örgü çeşitlerini birbirinden ayıran bir değişkendir. Bezayağı örgü çeşidinde dolu-boş sayısı eşit iken dimi ve saten dokuma örgü çeşidinde boş sayısı dolu sayısından fazladır. Saten dokuma dimi dokuma örgüye göre daha fazla sayıda boş sayısına (çözgü ipinin atkı ipinin altından geçerek oluşturduğu durum) sahiptir.
- Değişken 5: Çözgü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sırası parametresi dokuma örgü çeşitlerinin ayrışmasında önemlidir. Bezayağı (düz) örgü yüzeyi oluşturacak tüm atkı iplerinde sıralı bir şekilde aynı dolu-boş dengesi ile kurgulanırken; dimi ve saten dokuma örgü çeşitlerinde her bir atkı ipinde dolu-boş dengesi farklılaşır. Dimi dokuma örgü çeşidinde atkı iplerindeki dolu-boş dengesi ritmik bir şekilde sağlanırken; saten dokuma örgü çeşidinde serbest olarak sıralanır.
- Değişken 6: Çözgü İpinin Sıklığı parametresi tüm örgü çeşidi için geçerli bir parametredir. Oluşturulacak yüzeyin gevşek ya da sıkı bir yüzey olacağına karar verir. Tüm örgü çeşitleri için uygulanabilir. Çözgü İpi hareketi ile ilişkilidir.

- Değişken 7: İplerin kalınlığı parametresi tüm dokuma örgü çeşitlerinde uygulanabilir. İplerin kalınlığı modellerin çeşitlenmesinde önemli bir faktördür.
- Değişken 8: Renk parametresi tüm örgü çeşitleri için geçerlidir. İplerin rengine karar verir. Değişkenin avantajı geleneksel dokuma tekniğinde iplerin renk kararı önceden verilirken hesaplamalı tasarım ortamında bu karar en sonda her bir ip için yapılabilir.
- Değişkenlerin parametrik modele aktarılması sürecine ilişkin detaylar aşağıda tartışılmıştır.

3.3. Belirlenen Parametrelerin Sayısal Ortama Aktarılması

Dokuma desenlerinin çözüm alanının oluşturulması Belirlenen parametreler doğrultusunda parametrik tasarım programında (bu çalışmada Rhino/Grasshopper programı kullanılır) belirli bir kod dizgesi oluşturulur. Oluşan kod dizgesinde parametrelerin değerlerini örgü çeşidinin kurallarına göre değiştirdikçe istenen örgü çeşidi elde edilecektir. İstenirse örgü çeşidinin varyasyon modelleri bu kod dizgesi ile elde edilebilir (Tablo 8).

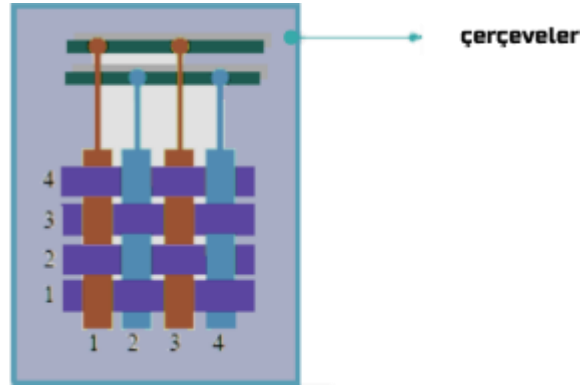
Tablo 8. Dokuma örgü parametreleri

Parametreler	Dokuma Örgü ile İlişkisi
Değişken 1: Çerçeve Sayısı ve Çerçeve Boyutları	Dokuma örgü yüzeyinin genişliğini ve uzunluğunu temsil eder.
Değişken 2: Atkı ipi-Çözüğü ipi sayısı ve iplerin uzunluğu	Dokuma örgü yüzeyinin sıklığını temsil eder.
Değişken 3: Çözüğü İpinin Hareket Yönü (Dolu-Boş)	Dokuma tekniğinin temel çalışma prensibini oluşturur.
Değişken 4: Çözüğü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sayısı	Üç tür için boş uçların dolu uçlara oranını değiştirir.
Değişken 5: Çözüğü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sırası	Her dokuma örgü çeşidi için dolu-boş dengesini değiştirir.

Değişken 6: Çözüğü İpinin Sıklığı	Desen yüzeyinin gevşek mi yoksa sıkı mı olacağını belirler.
Değişken 7: İplerin kalınlığı	Çözüm uzayını çeşitlendirmek için kullanılır.
Değişken 8: Renk	Çözüm uzayını çeşitlendirmek ve ayrıca renk desenleri oluşturmak için kullanılır.

- Değişken 1: Çerçeve sayısı ve çerçeve boyutları parametresi

Çerçeve, atkı ipi ve çözgü ipinden oluşan yüzeyin boyutlarını belirleyen sınırdır. Çerçeve boyu oluşturulacak modelin boyutlarını belirler. Çerçeve sayısı bazı dokuma örgü çeşitleri için önemlidir. Örneğin, geleneksel dokuma örgü yaparken bezayağı dokuma örgü çeşidi için çift çerçeve ile oluşturularak, ilk çerçeveye 1.,3.,5. ... (tek sayıda) bulunan atkı ipleri bağlanır. İkinci çerçeveye 2.,4.,6. .. (çift sayıda) bulunan atkı ipleri bağlanır (Mamul, Tekstil Teknolojisi). Böylece, ilk çerçevedeki iplerden çözgü ipi sadece dolu veya boş yapacak şekilde geçerken; ikinci çerçeveden ilk çerçeveden farklı olan hareketi yaparak geçecektir (Şekil45).



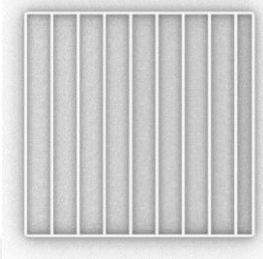
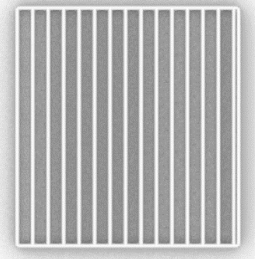
Şekil 45. Dokuma örgüde Çözgü, Atkı İpi ve Çerçeveler

(Mamul, Tekstil Teknolojisi)

Çerçeve sayısı, atkı ipi sayısı ile ilişkilidir. Atkı iplerinin boyunu çerçevenin boyu, atkı iplerinin sıklığını çerçevenin eni belirleyecektir. Bu nedenle, Değişken 1: Çerçeve Sayısı

ve Çerçeve Boyutları parametresi, Değişken 2: Atkı İpi- Çözü İpi Sayısı ve İplerin Uzunluğu parametresi ile ilişkili ele alınmalıdır (Tablo 9).

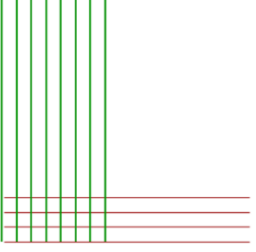
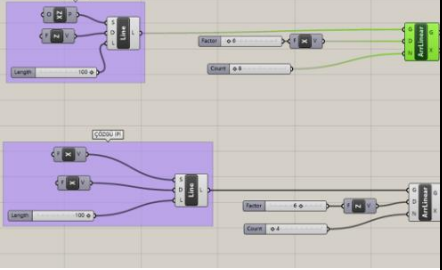
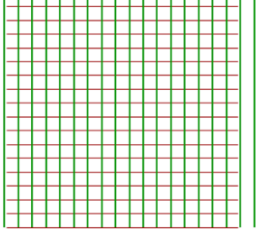
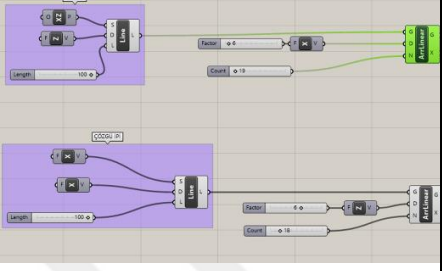
Tablo 9. Aynı boyutta çerçevelere geçirilen atkı iplerinin sayısı ve sıklığı.

8 atkı ipi bağlanmış çerçeve	13 atkı ipi bağlanmış çerçeve
	

- Değişken 2: Atkı İpi- Çözü İpi Sayısı ve İplerin Uzunluğu

Atkı ipi boyu çerçevenin boyu ile doğrudan ilişkilidir. İplerin boyu ve sayısı oluşturulacak yüzeyin en ve boyunun belirlenmesini sağlamaktadır. Hesaplamalı tasarım ortamında atkı ipi koordinat düzleminde Z ekseninde oluşturulmuştur. Çözü ipi ise ona dik bir açıyla oluşturulmuştur. Atkı ipi ve çözü ipi sayısı tek bir ipin yan yana çoğaltılması ile kurgulanır (Tablo10). Sayısal ortamda kod dizgesinin ilk adımı olan bu parametre, geleneksel dokuma tekniği uygulanırken de ilk aşamadır. Sayısal ortamda çözü ipi uzunluğu ve sayısı belirlenen ilk değişkendir.

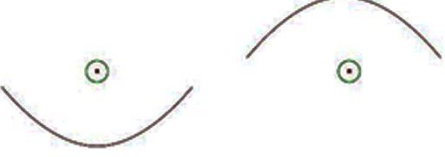
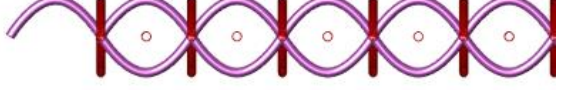
Tablo 10. Hesaplamalı Tasarım Programında Atkı ve Çözüğü İpi Sayılarının Değişimi

Dokuma Örgü	Sayısal Çözümleme	Parametrik Model
İlk Aşama 	Atkı ipi sayısı koordinat sisteminde Y ekseninde oluşturulmuştur. X ekseninde sayısı arttırılır. Çözüğü ipi sayısı koordinat sisteminde X ekseninde oluşturulmuştur. Y ekseninde sayısı arttırılır.	
İkinci Aşama 	Atkı ipi ve çözgü ipi sayısı arttırılmıştır.	

- Değişken 3: Çözüğü İpinin Hareket Yönü (Dolu-Boş)

Çözüğü ipinin yönü geleneksel dokuma tekniğinin temelini oluşturan bir değişkendir. Çözüğü ipi atkı ipinin üstünden veya altından geçerek dolu-boş kurgusunu oluşturur. Böylece çözgü ipi hareketinin iki olasılığı oluşur. Hesaplamalı tasarım ortamında dolu-boş ilişkisi koordinat düzleminde pozitif (+) ve negatif (-) yönleri ile gerçekleştirilir. Aşağı yukarı hareket koordinat düzleminde Y eksenini boyunca sağlanır. Atkı ipi sabit tutularak çözgü ipi onun etrafında hareket etmektedir. Çözüğü ipinin yapacağı yay hareketi atkı ipini merkez nokta alarak merkez noktanın üstüne veya altına inerek sağlanır (Tablo 11). Bu değişken oluşturulacak yüzeyin dokusunu oluşturmaktadır. Aşağı yönlü hareketi ile çukurlar(boş), yukarı yönlü hareketi ile tepeler (dolu) oluşur.

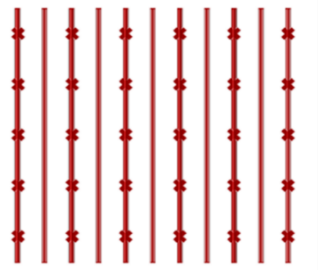
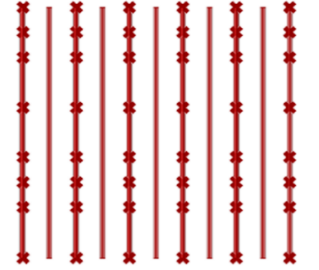
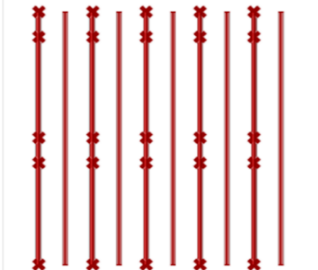
Tablo 11. Çözüğü ipinin hareket yönü

Çözüğü İpi Hareket Yönü Diyagramı		Atkı ve Çözüğü İpi Kesit Görünümü
		
Atkı ipinin altından geçen çözüğü ipi (boş)	Atkı ipinin üstünden geçen çözüğü ipi (dolu)	

- Değişken 4: Çözüğü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sayısı

Oluşturulacak yüzey üzerinde kaç adet dolu ve boş hareketinin olduğu dokuma örgü çeşidinin belirlenmesinde önemlidir. Örneğin, çözüğü ipinin bir dolu bir boş hareketi bize bezayağı (düz) örgüyü verirken, çözüğü ipinin uzun atlamalar yapacak şekilde bir dolu üç boş şeklinde ilerlemesi dimi örgüsünün oluşumuna olanak sağlayacaktır. Oluşturulacak yüzey için her bir atkı ipinde kaç adet dolu ve kaç adet boş sayısı olduğu önemlidir. Atkı ipi üzerinde bağlantı oluşturan çözüğü ipi oluşturulacak modelin çeşidine göre belli sayılarda hareket edecektir (Tablo 12).

Tablo 12. Çözüğü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sırası

Atkı İpi üzerinde seçilen noktalar			
Hesaplamalı ortamda veri girişi	<pre>0 TRUE 1 FALSE 2 TRUE 3 FALSE 4 TRUE 5 FALSE</pre>	<pre>0 FALSE 1 TRUE 2 FALSE 3 TRUE 4 TRUE 5 TRUE</pre>	<pre>0 TRUE 1 FALSE 2 FALSE 3 FALSE 4 TRUE</pre>

- Değişken 5: Çözü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sırası

Çözü ipinin atkı ipi üzerinde hangi noktalardan başlayarak dolu/boş hareketi yapacağı önemlidir. Bu sıralama yüzey üzerinde ‘diyagonal’ çalışabilmeyi sağlamaktadır. Dimi örgüsünün diyagonal bir şekilde ilerleyebilmesi bu parametreyle de ilişkilidir. Saten örgüde çözü ipinin bağlantı kurmadan belirli noktalarda dolu-boş hareketi yapabilmesi bu parametreye bağlıdır (Tablo 13).

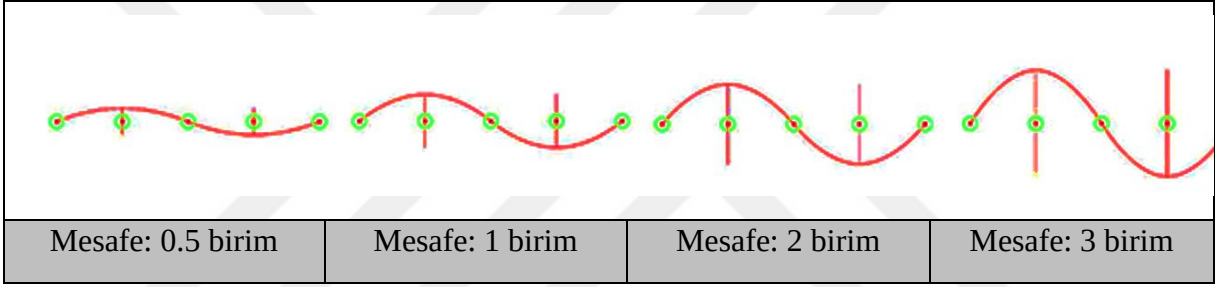
Tablo13. Aynı Dolu-Boş Sayısına Sahip Modelin Dolu-Boş Sırasının Değişken Değişimine Bağlı Görünümü

Her bir atkı ipi üzerinde seçilen noktalar	Hesaplamalı ortamda veri değişimim

- Değişken 6: Çözü İpinin Sıklığı

Çözü ipinin hareketi sırasında atkı ipine olan mesafesi örgü yüzeyinin sıklığını oluşturacaktır. Tablo 14’de görüldüğü üzere genişlik sayısı 0.5 birim iken çözü ipi atkı ipine daha yakındır. Bu yakınlık oluşturulan yüzeyin sıkı bir örgü yüzeye dönüştürülmesini sağlayacaktır. Genişlik sayısı 4 birim iken çözü ipi atkı ipine daha uzak mesafede hareket eder. Atkı ipi ve çözü ipi arasındaki mesafe arttıkça yüzey daha gevşek örülür. Geleneksel dokuma tekniği uygulamasında sıklık birimi olmaksızın deneysel olarak çalışılırken, bilgisayar destekli hesaplamalı tasarım ortamında bu değişken belirli sayı değerleri girilerek oluşturulur.

Tablo 14. Çözü İpinin Atkı İpine Olan Mesafesi



Değişken 7: İplerin Kalınlığı

İplerin kalınlığı doku farklılığı için önemli bir parametredir. Dokuma örgü çeşitlerinin hepsinde uygulanabilir. Farklı iplerin kullanımı modellerin farklılaşmasını da sağlayacaktır. Birden çok ip kalınlığı farklı varyasyonların oluşumunu sağlar (Tablo 15)

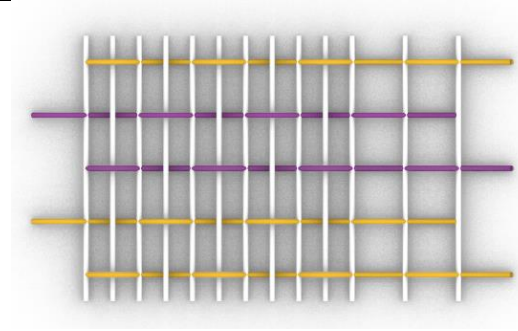
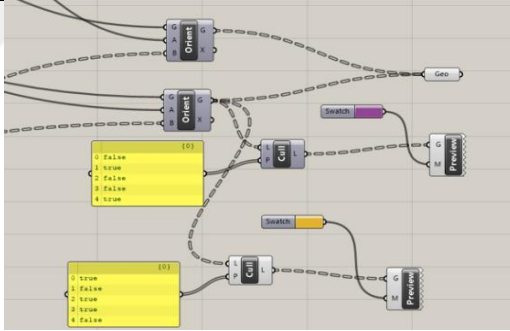
Tablo 15. Çözü İpinin Atkı İpine Olan Mesafesi

1 birimlik eşit ip kalınlıkları ile dokuma örgü	1,2,3 birimlik farklı ip kalınlıkları ile dokuma örgü

- Değişken 8: Renk

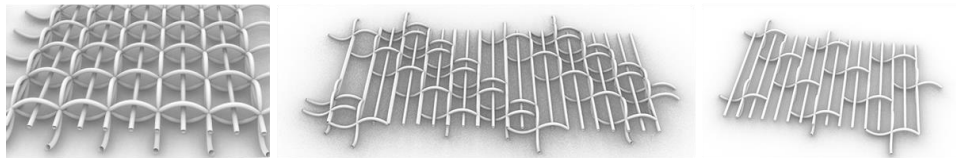
İplerin renklendirilmesi oluşturulacak dokunun daha net okunmasını sağlayacaktır. Ayrıca, yüzeyde oluşturulacak iki boyutlu figürlerin elde edilmesinde de kullanılabilir. Renk değişimi dokunan yüzeylere derinlik katar. Renklendirilecek ipin sırası yüzeyde istenen etkiye bağlıdır. Yüzey üzerinde oluşturulacak etkiye göre (doku, figür, derinlik) hangi sırayla hangi renk ipin kullanılacağı önemlidir. Hesaplamalı tasarım ortamında da farklı renklerde ipler kullanılabilir. Geleneksel dokuma tekniğinde hangi renk ipler kullanılacağı öncelikli sırada yer alırken hesaplamalı tasarım ortamında en son işlemde iplerin rengi seçilir. Hangi ipin hangi renk olacağı seçimi yine kod dizgesi içinde en son sırada yer alır. Bu durumun avantajı hesaplamalı tasarım ortamında renk değişimine daha kolay karar verilmesidir. Dokuma örgü çeşitlerinden hangisi olursa olsun renk değişimi modelleme sonrasında da yapılabilmektedir (Tablo 16).

Tablo 16. Farklı İplerde Renk Değişimi

Modele Üstten Bakış	Sayısal Ortamda Veri Girişi
	

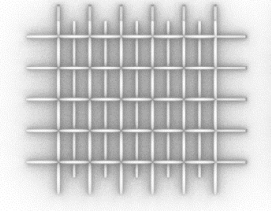
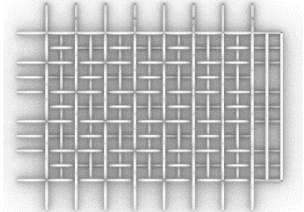
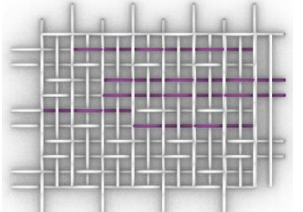
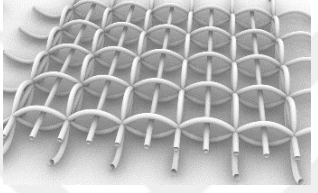
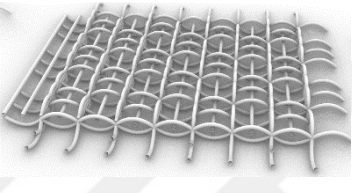
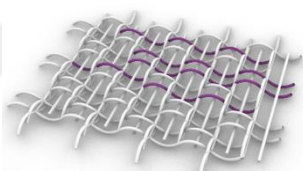
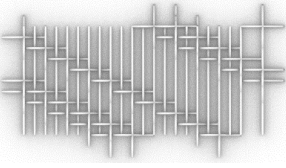
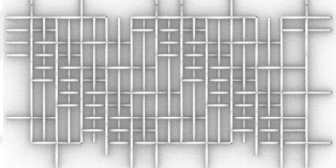
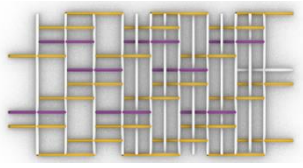
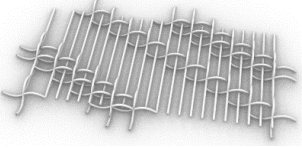
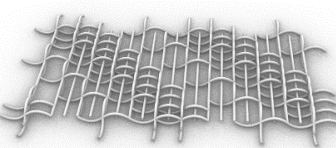
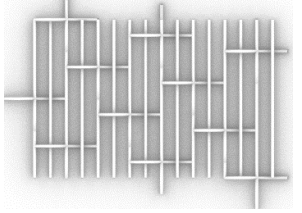
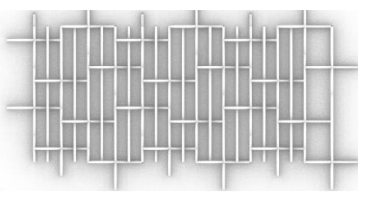
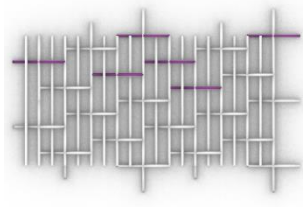
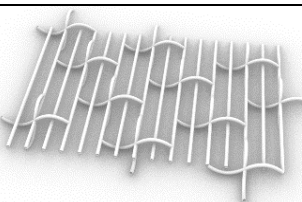
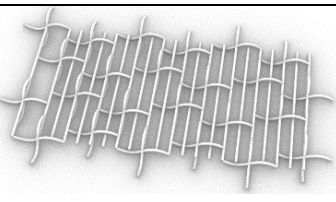
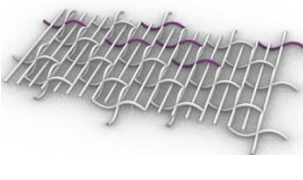
3.4. Dokuma desenlerinin çözüm uzayının oluşturulması

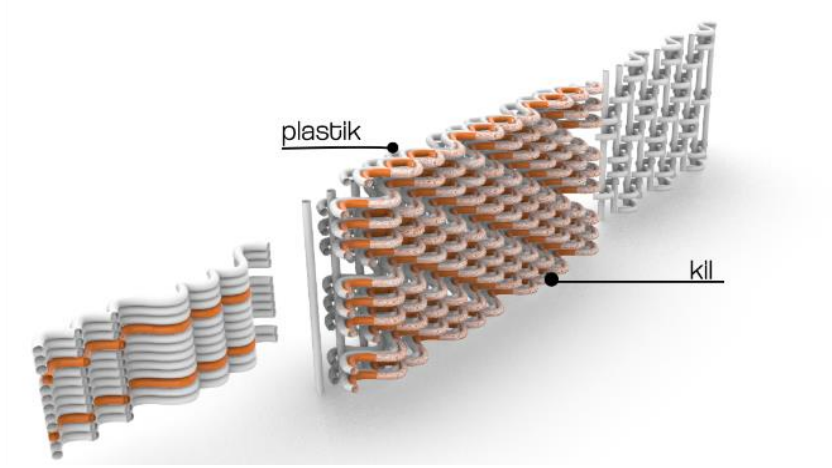
Oluşturulan parametrik modelde değişkenlere farklı değerler verildiğinde farklı dokuma örgü varyasyonlarının başarı ile oluşturulduğu görülmektedir. Her bir dokuma örgü grubu kendi içinde çeşitlenebilmektedir (Şekil 46) (Tablo 17).



Şekil 46. Dokuma örgü çeşitlerinin sayısal ortamda üç boyutlu görüntüsü

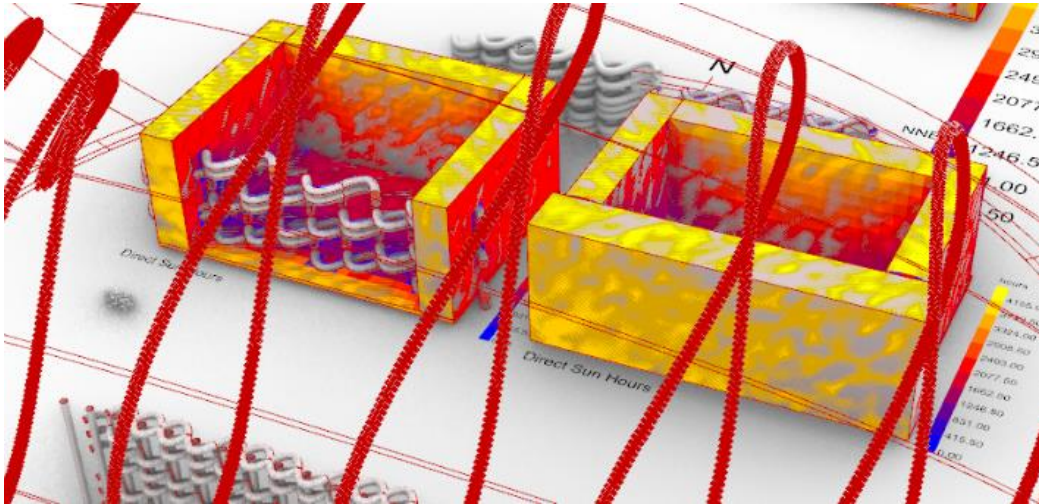
Tablo 17. Dokuma örgü çeşidi varyasyonları

Üç Ana Dokuma Örgü Çeşitleri		Varyasyon 1	Varyasyon 2	Varyasyon 3
Bezayağı (Düz) Örgü	Üst görünüş			
	Perspektif			
Dimi Örgü	Üst görünüş			
	Perspektif			
Saten Örgü	Üst görünüş			
	Perspektif			



Şekil 47. Dokuma Tekniği ile geliştirilen modelin sayısal ortamda perspektif görünüşü

Dokuma örgü çeşitlerinin oluşumunun ardından tasarım modelin en sık, dolu-boş ilişkisinin ısı değerlerine göre ayarlanabileceği düşünülmüştür (Şekil 47). Öyleyse, dokuma örgü tekniği ile üretilen çeşitlemeler mimarlıkta güneş ışığı ve ısı ile birlikte düşünülebilir. Çeşitlemelerin mimarlık ortamındaki karşılığı yere bağlı optimal ısı-ışık dengesini kurabilecek modellerdir. Tasarlanan uygulamanın yerle olan ilişkisi özelleştirmeyi (estetik duyarlılık) sağlarken, sıklık derecesi sağlamlığı/stabil yapısı üzerinden katkı sağlar. Dijitalde ısı/ışık simülasyonu ile modelin işlevsel olarak geliştirilebileceğini göstermiştir (Şekil 48).



Şekil 48. Dokuma Tekniği ile geliştirilen modelin Rhino/ Grasshopper/Ladybug ısı analizi

3.5. Tasarlanan Modelin Dijital Fabrikasyon Süreci

Üç ana dokuma örgü çeşidi sayısal ortamda modellendikten sonra üç boyutlu baskı teknolojisi ile basılır (Şekil 49). Süreç bu noktada şu aşamalardan geçmiştir;

- Hesaplamalı tasarım ortamında oluşturulan üç ana dokuma örgü çeşidi üç boyutlu baskı makinesine gönderilir.
- Baskı sırasında çözgü ipi ile atkı arasında kalan tüm boşluklar destek malzeme ile doldurularak basılır. Çözgü ipi ve atkı ipleri ise ana malzeme ile basılır.
- Destek malzemeler baskı sonrası temizlenir.

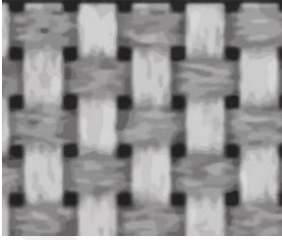
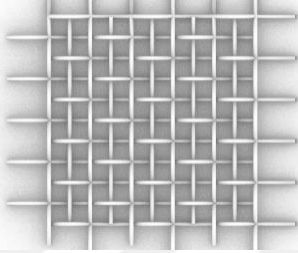
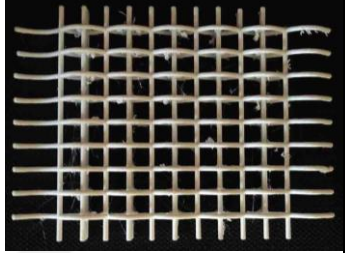
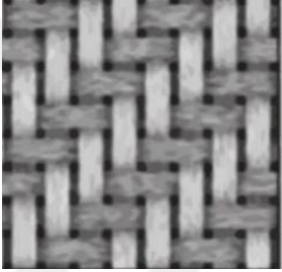
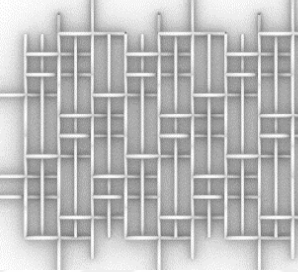
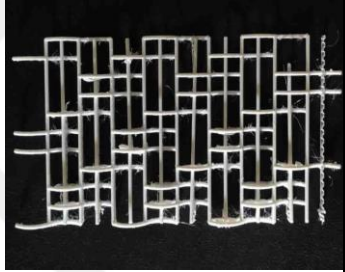
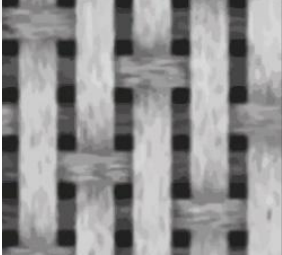
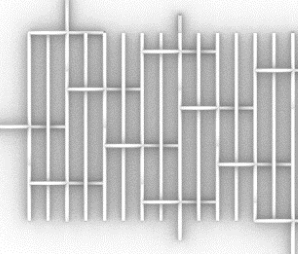
Dokuma örgü çeşitlerinin varyasyonları oluşturulabilir (Tablo 18).



Şekil 49 . Dokuma tekniği ile elde edilen örgü çeşitlerinin üç boyutlu baskı perspektif görünümü

Geleneksel tekniklerin hesaplamalı tasarım anlayışı ile yeniden oluşturulması, bilinen varyasyonların geleceğe aktarılmasını sağlar ve geleneksel zanaatların özgün değerini koruma açısından önemlidir. “Yapılan Çalışmalar 2” bölümünde, özellikle geleneksel dokuma tekniği incelenmiş ve yapılan çalışmalar için temel bir kılavuz oluşturulmuştur. Dokuma tekniğinin temel prensiplerine odaklanılarak, bu tekniğin geleceğe aktarımında kaynak sağlanmış ve çalışma prensibi çözülerek adım adım yeni modellerin geliştirilmesine yönelik bir yapı/kod dizgesi oluşturulmuştur. Parametrelerin belirlenmesiyle, bilinen dokuma teknikleri dışında yeni modeller oluşturulabilir ve kod dizgesini kullanacak kullanıcılar tarafından yeni varyasyonlar elde edilerek yeni sınıflandırmalara ulaşılabilir. Bu alternatif modeller, tekstil ve mimarlık gibi çeşitli disiplinlerde farklı amaçlarla kullanılabilir ve fabrikasyon sürecine dahil edilmesi, disiplinler arası sonuç ürünlerin elde edilmesine olanak sağlar. Örneğin, farklı materyallerle üç boyutlu baskılar alınabilir ve bu materyallerle kurgulanan yeni senaryolar fabrikasyon sürecine uyarlanabilir.

Tablo 18. Dokuma tekniği ile elde edilen örgü çeşitlerinin gerçek görünümü, parametrik modeli ve 3 boyutlu baskısı

Dokuma Örgü Çeşitleri	Geleneksel El Dokuma Modeli	Parametrik Model	3D Baskı Modül
Bezayağı Örgüsü			
Dimi Örgü			
Saten Örgü			

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Bu bölümde, uygulamalı olarak tasarlanan dokuma örgü modülün teorik çıkarımlar sonucu geliştirilen dijital tektonik analiz tablosuyla tartışılması yer alır. Tez çalışmasının çıkış noktası, araştırma soruları, çalışmaların yöntemi ve bulguların genel bir ifadesi Tablo 19 ‘da verilmiştir. Tablo19’a göre, teorik çıkarımlar ile elde edilen Yapılan Çalışmalar 1’e dair bulguları “Dijital Tektonik Kavramına ait Haritalar ve Yöntem Tablosu” başlığı ile verilirken, uygulamalı tasarım süreci kısmına ait bulgular “Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniğine Dair Bulgular” “Dijital Tektonik Analiz Yöntemiyle Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniği Birlikteliğinin İrdelenmesi” başlıkları ile verilir.

Tablo 19. Yapılan çalışmalar ve bulgular genel ifadesi

	Kuramsal Çalışmalar	Uygulamalı Çalışmalar
Çıkış Noktası	Dijital tektonik terimi göreceli yeni olduğu için henüz herhangi bir alt kategoriye ayrılmamış ve kavrama dair yerleşik/ayrıntılı teorilerden söz edilememiştir (Andersson & Kirkegaard, 2006: 35).	Semper’a (1860) göre, düğüm somut ve soyut arasında köprü kuran bağlayıcı en temel tektonik birleşendir.
Araştırma Soruları	• Tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşüm sürecinde hangi kavram ve kavram grupları ortaya çıkmıştır? • Dijital tektonik kavramına dair alt kategoriler oluşturularak yeni bir tanımlama sunulabilir mi?	• Dijital tektonik kavramının dijital fabrikasyon-geleneksel zanaat teknikleri etkileşimindeki rolü nedir? • Mimarlıkta dijital fabrikasyon araçlarının gelişimi ile birlikte mimarlık-tekstil etkileşimlerine dair örnekler nasıl sınıflandırılmalıdır? • Geleneksel dokuma örgü tekniğinin dijital fabrikasyona aktarım süreci nasıl işler?
Yöntem	• Literatür Araştırması • Korelasyon Analiz Yöntemi (İki ya da daha çok değişken arasında ilişki olup olmadığını, ilişki varsa yönünü ve gücünü inceler.)	• Yapılan Çalışmalar 1 bölümünde oluşturulan dijital tektonik analiz tablosu ile örnek inceleme • Rhino/Grasshopper programında dijital model üretimi
Bulgular	• Dijital Tektonik Kavramına Ait Haritalar ve Yöntem Tablosu	• Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniğine Dair Bulgular • Dijital Tektonik Analiz Yöntemiyle Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniği Birlikteliğinin İrdelenmesi

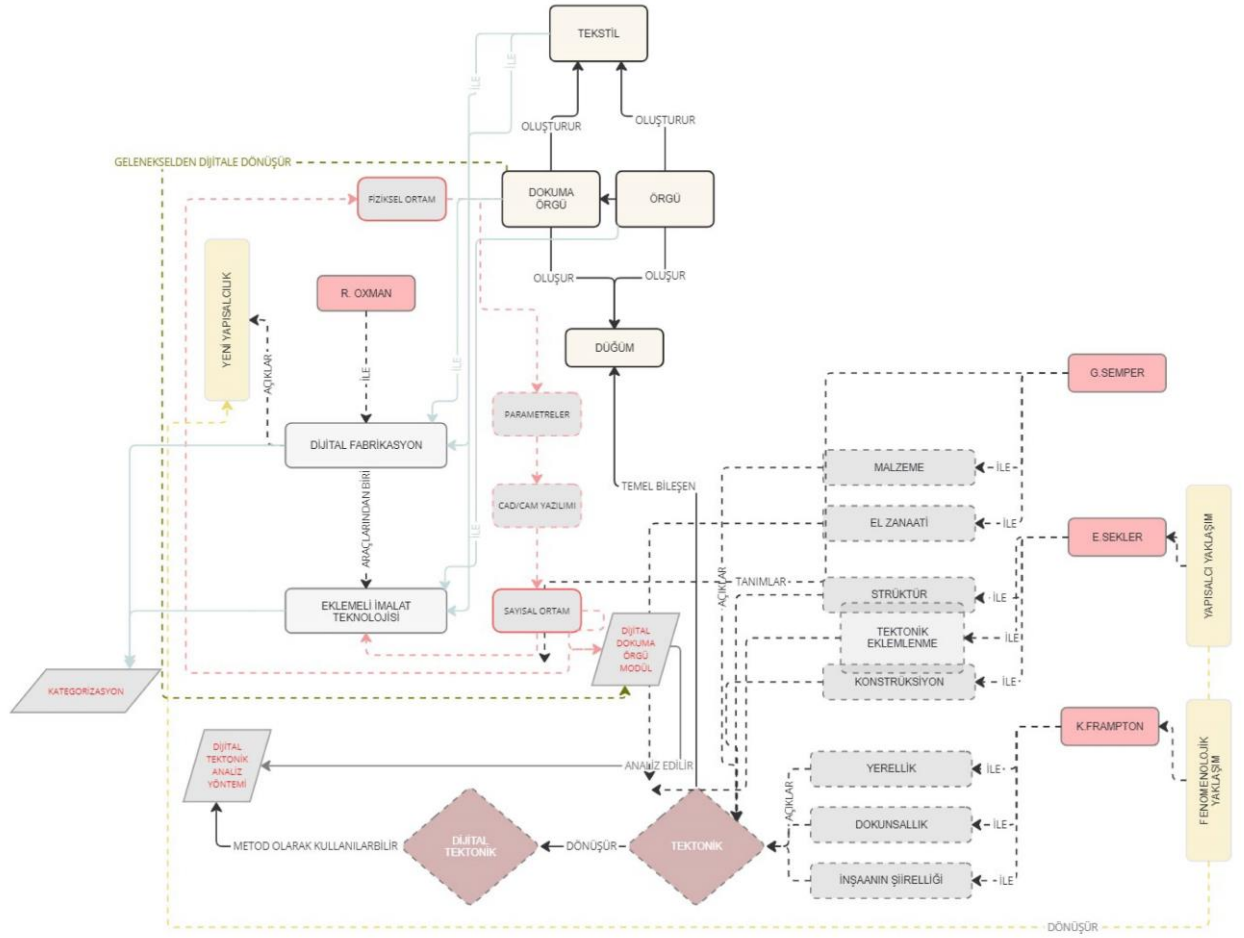
Dijital Tektonik Kavramına ait Haritalar ve Yöntem Tablosu başlığı altında dijital tektonik kavramına ait bulunan kavramlar listelenir. Kavram ilişkilerine dair haritalar oluşturularak Dijital Tektonik kavramının bir yöntem/metot olarak değerlendirilmesinin önemi ve gerekliliği ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Dijital tektonik kavramına yeni bir tanımlama getirilerek geleneksel teknik ve yenilikçi teknolojik araç birlikteliği üzerinde durulmuştur.

Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniğine Dair Bulgular başlığı altında dokuma örgü tekniği ve eklemeli üretim teknolojisinin çalışma prensipleri arasındaki ortak ilişki saptanır. Bu saptamaya dayanarak mimarlık ve tekstil ilişkisinin sayısal tasarım odaklı bir anlayışa dönüştüğü, bu nedenle bu alandaki uygulamaların üretildiği teknolojik araçları ile birlikte sınıflanarak okuması gerektiği kanaatine varılır. Bu kısımda sekiz başlık altında bu ilişki kategorize edilir. Ayrıca, son kategoride bahsedilen dokuma örgü sistemine ait parametreler de bu çalışmanın bulguları arasındadır.

Dijital Tektonik Analiz Yöntemiyle Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniği Birlikteliğinin İrdelenmesi başlığı altında Yapılan Çalışmalar 1 kısmında geliştirilen analiz yöntem tablosu ile Yapılan Çalışmalar 2 kısmında üretilen tasarım incelenir. Bu değerlendirme analiz tablosunun performansını ortaya çıkarırken, üretilen tasarımın tektonik değerlendirmesi yapılır.

4.1. Dijital Tektonik Kavramına Ait Haritalar ve Yöntem Tablosu

Dijital tektonik kavramının dönüşüm süreci incelenmiştir. Kavrama ait tanımlamalardan anahtar kelime verileri elde edilmiştir. Anahtar kelimelere bağlı olarak teoride geliştirilen bu kavramın pratik uygulamalar için yeniden tanımlanması gerektiği düşünülmüştür. Karşılaştırmalı görüşlere ait anahtar kavramlar bütüncül şekilde toplanır. Toplanan anahtar kavramlar ile dijital tektonik kavramına bütüncül bir tanımlama getirilir.

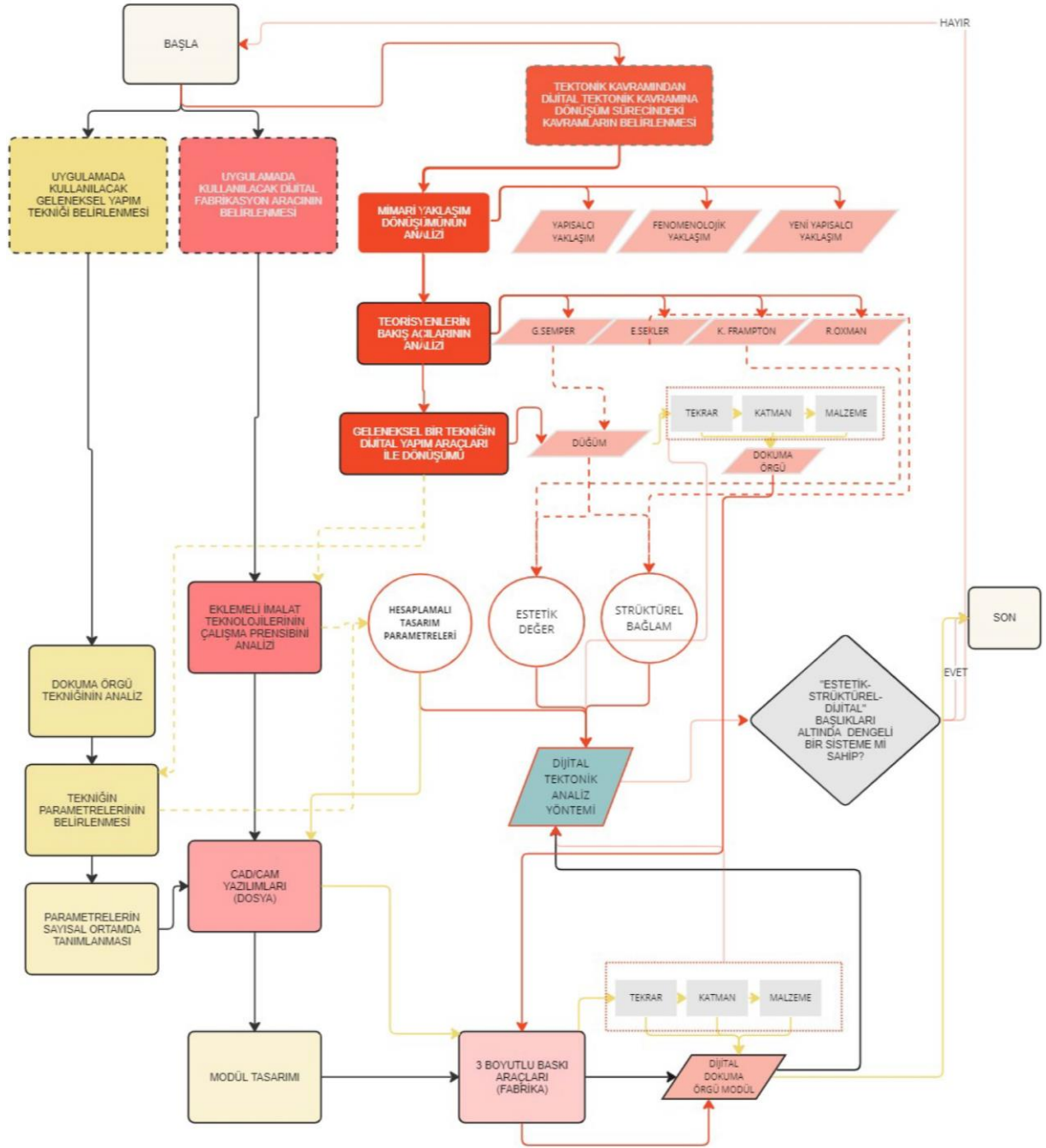


Şekil 50. Bütüncül kavram haritası

Şekil 50’de kavram dönüşümlerinin yer aldığı bir harita bulunmaktadır. Bu haritaya göre üç adet çıktı görülmektedir: “Sınıflandırma, Dijital Dokuma Örgü Model, Dijital Tektonik Analiz Yöntemi”. Bu üç bulgu çalışmanın genel çıktılarıdır. Bu çıktılar sayesinde,

- Dijital tektonik kavramına dair alt kategoriler oluşturularak kavramın dijital fabrikasyon-geleneksel zanaat teknikleri etkileşimindeki rolü bağdaştırıcı (uzlaşmacı) bir değerlendirme yöntemi olarak tanımlanır (Şekil 51).
- Mimarlıkta dijital fabrikasyon araçlarının gelişimi ile mimarlık-tekstil etkileşimlerine dair örnekler sekiz kategoride sınıflanır.
- Geleneksel dokuma örgü tekniğinin dijital fabrikasyona aktarım süreci gerçekleşir ve model oluşturulur.

Şekil 52’de verilen akış diyagramı bu doğrudan/dolaylı ilişkiler ağının bir özetidir. Başlangıç ve sonu olan akışın, teorikte ve pratikte işleyen döngüleri okunmaktadır.



Şekil 51. Tez çalışmasının akış diyagramı

- Mimarlıkta Tekstil
- Dijital fabrikasyon ve Tekstil
- Mimarlıkta Örgü Tekniği
- Dijital Fabrikasyon ve Örgü Tekniği
- Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Örgü Tekniği
- Mimarlıkta Dokuma Örgü Tekniği
- Dijital Fabrikasyon ve Dokuma Örgü Tekniği
- Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniği

Son kategori olan Eklemeli Üretim Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniği bu çalışmanın başlıca çalışma konusu seçilir. Teknik bilginin ve teknolojik aracın çalışma prensipleri ayrı ayrı ele alınır. Karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, bu iki sistemin ortak üç kavramı keşfedilir:

- Tekrar
- Katman
- Malzeme

Bu üç kavram yapılan/yapılacak olan uygulamaların tektoniğini oluşturduğu saptanır. Bu tektonik özellikler her uygulama için farklı olmaktadır. Üç kavramın uygulamalara katkısı Estetik Değer ve Strüktürel Bağlam içerisinde değerlendirilir.

- Eklemeli üretim teknolojisinin çalışma prensibine göre, baskı esnasında aynı hareketin tekrarı tasar ürünün yoğun olduğu bölgede fazlalaşacaktır. Bu tekrar, strüktürel bağlamda malzemenin tekrara bağlı birikmesine sebep olur. Yapısal anlamda yoğunluk artışı gerçekleşirken, tekrar sayısı ritmi oluşturur. Katmanlaşma yapının sağlamlığı (stablite) sağlarken, estetik bakış açısıyla hacimsel bir doku oluşturur. Malzeme, zor geometrilerin üretimi için esneklik verir, aynı zamanda renk ve baskı çizgilerinin birlikteliği bir görsel oluşturur.
- Dokuma örgü tekniğinin kendi sisteminde tekrar hareketinin fazlalığı oluşturulan yüzeyin sıklığını verir ve kendi içinde bir ritim oluşturur. Strüktürel olarak kesitler boyunca bir katmanlar dizilimi söz konusudur. Bu katmanların eklemlenerek ilerlemesi oluşumun kendi rijitliğini (stabil hal) sağlarken, yüzeysel bir doku oluşumu söz konusudur. Malzemenin esnekliği oluşturulan ürüne de uyarlanabilirlik/hafiflik/esneklik katar, estetik açıdan seçilen malzemeler çizgisel yapı ve çeşitlenebilir renk alternatifleri sunar.

Tez çalışmasında, dokuma örgü tekniği ve eklemeli üretim teknolojisi birlikteliği uygulanarak bir modül tasarımı gerçekleştirilir. Bu modülün parametreleri geleneksel tekniği sayısal ortama aktarabilmek için bulunmuştur. Bulgular doğrultusunda dokuma örgü çeşitleri oluşturulmuştur. Bulunan 8 adet parametre aşağıda verilmiştir:

- Değişken 1: Çerçeve Sayısı ve Çerçeve Boyutları
- Değişken 2: Atkı İpi-Çözü İpi sayısı ve iplerin uzunluğu
- Değişken 3: Çözü İpinin Hareket Yönü (Dolu-Boş)
- Değişken 4: Çözü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sayısı
- Değişken 5: Çözü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sırası
- Değişken 6: Çözü İpinin Sıklığı
- Değişken 7: İplerin kalınlığı
- Değişken 8: Renk

Dokuma örgü tekniğinin dijital fabrikasyonlarla birlikteliği geçmiş ve gelecek arasında uygulamaları meydana getirmiştir. Bu uygulamaların sınıflandırılması, uygulamada kullanılan teknik bilgi/teknolojik araç prensiplerinin anlaşılması ve geleneksel tekniğin kendi parametrelerinin çıkarılması bu tezin kritik bulgularıdır.

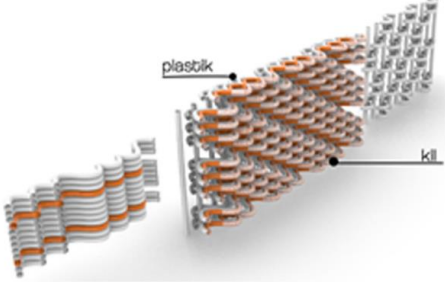
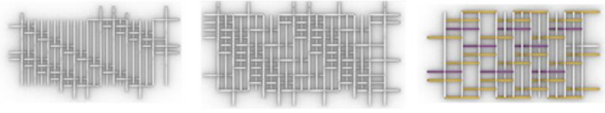
4.3. Dijital Tektonik Analiz Yöntemiyle Üç Boyutlu Baskı Teknolojisi ve Dokuma Örgü Tekniği Birlikteliğinin İrdelenmesi

Bu tanım, bir yöntem analiz tablosudur. Bu tabloya göre uygulamadaki çalışmaların teknik bilgi ve teknolojik araç birlikteliği bilgisi yer alır. Uygulamanın tektonik analizini yapabilmek adına geliştirilen dijital tektonik yöntem tablosu, teknik bilginin ve teknolojik aracın çalışma prensipleri göz önüne alınarak oluşturulur. Bu çalışma kapsamında geleneksel teknik bilgi dokuma örgü tekniği ve dijital fabrikasyon aracı ise eklemeli imalat teknolojisi seçilmiştir. Dijital tektonik kavramına ait alt kavramlar olarak belirlenen “Estetik Değer, Strüktürel Bağlam ve Hesaplamalı Ortam Parametreleri” değerleri uygulamalarda incelenir. Bu incelemeler ile teorik bilginin pratikteki karşılığı saptanır. Dijital tektonik kavramının bir metod olarak kullanım potansiyeli tartışılır.

Tablo 20’de bu çalışma kapsamında geliştirilen modelin dijital tektonik analiz yöntemi ile incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Tablo 20’e göre, dokuma örgü tekniği bu projeye “sıklık, stabil yapı ve doku/yüzey” unsurlarının oluşumunda katkıda bulunurken; 3 boyutlu baskı teknolojisi dokuma örgü modelin zorlu geometrisinin üretilebilmesine, esnek

bir tasarım fırsatı sunmasına, projeye hacimsel bir doku vermesini sağlamıştır. Projenin hesaplamalı ortamda var olabilmesi için gerekli parametreler hem teknik bilgiden hem de üretim aracından gelmektedir. Bu bulgular doğrultusunda, projenin “estetik + strüktürel + dijital” değerler içerdiğini söyleyebiliriz. Tablo 20 bütüncül bir bakış açısı sunarken uygulamanın esas aldığı kavramları okuyabilmekteyiz.

Tablo 20. Tasarlanan modülün analizi

Dijital Tektonik Yöntem		Hesaplamalı Ortamda Uygulanan Parametreler	Strüktürel Değer	Estetik Değer
Uygulanan Geleneksel Yapım Tekniği	Dokuma Örgü Tekniği	Çerçeve Sayısı ve Çerçeve Boyutları , Atkı İpi-Çözümlü İpi sayısı ve iplerin uzunluğu, Çözümlü İpinin Hareket Yönü (Dolu-Boş) , Çözümlü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sayısı Çözümlü İpinin Hareketine Bağlı Dolu-Boş Sırası Çözümlü İpinin İplerin kalınlığı	- Tekrar Sıklık - Katman Stabil yapı	-Katman Doku/Yüzey
Uygulanan Dijital Fabrikasyon Aracı	3 Boyutlu Baskı	-Malzeme -Boyut	- Malzeme / esnek tasarım ve zor geometrik ürünlerin üretimi	-Katman Doku/Hacim
Avantajlar		Dokuma örgü parametreleri doğrultusunda dokuma örgü çeşitleri modellenerek bir temel oluşturulur. Oluşturulan modül uygulanacak mimari elemana (duvar,güneş kırıcı panel, cephe sistemi vb) göre yeniden düzenlenebilir. Alternatif desen, strüktür tasarlanabilir.		
Proje Künyesi	Yılı	2024	 	
	Proje Adı	Tektonik Kavramından Dijital Tektonik Kavramına: Geleneksel Dokuma Örgü Sistemini Eklemeli Üretim Teknolojisi		
Uygulayan	Ayşe Nesligül Çevik		Proje Görseli	

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında, dijital tektonik kavramının tanımı geleneksel tekniklerin geleceğe aktarımında bir metot olarak çalışılmıştır. Bu bağlamda, mimarlıkta tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümüne dair literatür taraması yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda karşılaştırmalar yapılarak kavram haritalarına dönüştürülmüştür. Teorik olarak değerlendirilen süreç, uygulamalı olarak da gerçekleştirilmiştir. En temel tektonik bileşen olarak görülen düğümden, dijital bir dokuma örgü modüle geliştirilmiştir. Böylece tektonik kavramının dijital tektoniğe dönüşüm süreci teorik ve uygulamalı olarak yeniden tanımlanmıştır. Bu tanımlama geleneksel yapım tekniğinin geleceğe aktarımında bir yöntem olarak dijital tektonik kavramını önermektedir. Tez çalışmasının genel sonuçları şu şekilde değerlendirilmiştir:

- Geleneksel yapım tekniklerinin geleceğe aktarırken kendi alt kavramları olan ve geliştirilebilir bir yöntem olarak dijital tektonik kavramı yeniden tanımlanır.
- Dijital tektonik kavramının dijital fabrikasyon-geleneksel zanaat teknikleri etkileşimindeki rolü bir analiz yöntemi olarak belirlenmiştir. Bu analiz yöntemi teknolojik araç-geleneksel teknik bilgi etkileşimli örnek çalışmaların hangi yönleriyle kendi tektoniğini oluşturduğuna dair bir kapsamlı bir geri bildirim işlevi görür.
- Tez çalışmasında uygulamalı olarak yapılan çalışma, teoride tektonik temel bileşen olarak tanımlanan düğümün dijital dokuma örgü modüle dönüşümüdür. Bu süreç kavramın dönüşümünü metafor olarak kullanır. Mimarlıkta tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümü geleneksel yapım tekniklerinin günümüz kullanımlarının da dönüşümüyle eş zamanlı ilerler.
- Semper'ın temel birleşen olarak aldığı düğüm metaforu, dijital fabrikasyon araçlarının gelişimi ile yeniden gündeme gelmektedir. Bu metaforun özünde yatan “salt mühendislik-spekülatif estetik” arasındaki o eşikte, sayısal tasarımın (dijital) uzlaşmacı rol oynadığı düşünülmektedir.
- Tekstil ve mimarlık ilişkisinin tarihsel süreci incelenmiş ve günümüzde bu ilişkinin sayısal tasarım odaklı olduğu tespit edilmiştir. Bu odak noktası esas alınarak, tekstilin dokuma örgü ve örgü sistemlerin ait parametreleri ile dijital fabrikasyon araçları (bu çalışmada eklemeli imalat teknolojileri öncelikli tutulur) birlikteliği üzerinden yapılmış uygulamalar kategorize edilir.

- İncelenen örneklerde, eklemeli üretim teknolojisinin ve dokuma örgü tekniğinin çalışma prensiplerinin benzer çalıştığı düşünülmektedir. Bu benzerlik üretilen tasarım ürünün kendi dilini (tektoniğini) oluşturur. Bu dilin keşfi için, aracın ve tekniğin kendi çalışma prensiplerindeki ortak unsurları bulunmuştur.
- Geleneksel zanaat tekniği olarak bilinen dokuma örgü tekniği, dijital fabrikasyon sürecini üç adımda gerçekleştirmiştir: geleneksel-dijital-dijital fabrikasyon. Bu üç adım geleneksel bir tekniğin geleceğe aktarımında temel alınabilir.
- Dokuma örgü tekniğine ait parametreler belirlenmiş ve dokuma örgü çeşitlerinin sayısal ortamda modellemelerinin yapıldığı bir kod oluşturulmuştur. Geliştirilen kod ile modül tasarımı yapılmıştır. Bu tasarımın analizi yine bu çalışma kapsamında geliştirilen dijital tektonik analiz yöntemi ile değerlendirilir.
- Değerlendirmeler sonucunda dijital tektonik kavramının kendi alt kavramları uygulama/pratik alanda bir değer/ölçü birimidir. Bu ölçüler “estetik, strüktürel ve dijital” olarak katkıda bulunur. Bu üç başlık dijital tektonik terimini oluşturan esas üç başlık olarak yine bu tez kapsamında teorisyenlerin söylemleri, mimari yaklaşımlarla kavramın ilişkisi ve günümüzde geliştirilen geleneksel teknik/ dijital fabrikasyon birlikteliği üzerinden karşılaştırmalı olarak teyit edilir.

Tez çalışmasında geliştirilen ilişkilerin sonuçları:

- Tekstil ve mimarlık ilişkisinin sayısal tasarım odaklı incelenmesi: tekstil ve mimarlık ilişkisinin tarihsel süreci incelenmiş ve günümüzde bu ilişkinin günümüzdeki karşılığının sayısal tasarım odaklı olduğu tespit edilmiştir. Tekstili oluşturan tekniklerin sayısal kurallarına bağlı sınıflandırma yapılmıştır.
- Eklemeli üretim teknolojisi ve dokuma örgü tekniğinin benzerliği: İncelenen örneklerde, eklemeli üretim teknolojisinin ve dokuma örgü tekniğinin benzer çalışma prensiplerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu dilin keşfi, aracın ve tekniğin çalışma prensiplerindeki ortak unsurların bulunması ile mümkündür.
- Tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümündeki mimari yaklaşımların etkisi: Yapısalcı-Yeni Yapısalcı ve Fenomenolojik Yaklaşımlar kavramın dönüşümüyle ilişkili bulunmuştur. Bu ilişkide elde edilen kavramlar tablolarda açıklanmış ve haritalara dönüşmüştür.
- Dijital tektonik kavramının yeniden tanımlanması: dijital tektonik kavramı, geleneksel yapım tekniklerinin dijital teknolojilerle entegrasyonunu vurgulayan ve kendi alt kavramları olan geliştirilmiş bir yöntem olarak yeniden tanımlanmıştır.

- Dijital tektonik kavramının analiz yöntemi olarak kullanımı: dijital tektonik kavramı, teknolojik araçlar ile geleneksel teknik bilgi arasındaki etkileşimi değerlendiren bir analiz yöntemi olarak belirlenmiştir. Bu yöntem, örnek çalışmaların kendi tektoniğini oluşturan yönlerini kapsamlı bir şekilde geri bildirim sağlamak için kullanılır.
- Uygulamalı çalışma ve dönüşüm süreci: tez çalışmasında, teoride tektonik temel bileşen olarak tanımlanan düğümün dijital dokuma örgü modülüne dönüşümü uygulamalı olarak incelenmiştir. Bu süreç, kavramın dönüşümünü bir metafor olarak kullanarak, mimarlıkta tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümünü göstermektedir.

Tez çalışmasının amaçları doğrultusunda;

- Geleneksel zanaat tekniklerinin korunması ve geliştirilmesi: Dijital tektonik kavramı, bu tekniklerin yeni bağlamda yeniden canlandırılmasına ve geleceğe taşınmasına yardımcı olacaktır.
- Dijital ve geleneksel tekniklerin entegrasyonu: Tez iki teknik ve teknolojik aracın çalışma prensiplerinin derinlemesine anlaşılması ve bu prensiplerin entegrasyonunu kolaylaştıracak yöntemlerin geliştirilmesini sağlamaktadır.
- Dijital tektonik kavramının teorik/ pratik çerçevesi: Dijital tektonik kavramı, sadece mimarlık teorisine değil, aynı zamanda pratik uygulamalara da önemli katkılar sağlamaktadır. Bu kavramın teorik çerçevesi, dijital ve geleneksel yapı tekniklerinin nasıl entegre edilebileceğine dair yeni bir düşünce sistemi sunmaktadır.
- Tasarım sürecinde yenilikçi yaklaşımlar: Dijital tektonik kavramı, dijital fabrikasyon teknolojilerinin kullanımıyla geleneksel dokuma örgü tekniklerinin yeniden yorumlanmasının, tasarım süreçlerinde nasıl yaratıcı çözümler sunduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak; son yıllarda eklemeli imalat teknolojilerinin dokuma örgü tekniği ile birlikte tasarlandığı örnekler dijital tektonik kavramına yeni bir anlam/tanım getirmiştir. Bu tanım, kavramı bir analiz metodu olarak kullanmayı öngörür. Dijital fabrikasyon araçları ve geleneksel zanaat tekniklerinin çalışma prensiplerinin iyi analiz edilmesi ve temelinin teorik bakış açısıyla kuvvetlendirilmesi önem arz etmektedir. Uygulama ve teorik anlayışın iç içe geçerek bütüncül bir strateji ile yaklaşılması strüktür-estetik-dijital dengelenmeyi sağlayacaktır.

6. ÖNERİLER

Yüksek Lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, tektonik kavramının dijital tektonik kavramına dönüşümü teknik bilgi/teknolojik araç iş birliği ile alınmıştır. Kavrama ait bir analiz tablosu geliştirilmiştir. Teknik bilgi tektoniği ve teknolojik araç çalışma prensipleri birlikteliği doğrultusunda uygulamalı olarak örnek bir modül tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu modül tasarımının teorik analizi geliştirilen tabloya göre tartışılmıştır. Bu tez konusunda araştırmalarını geliştirmek isteyen araştırmacı/uygulayıcılara öneriler aşağıdaki gibidir:

- Dijital tektonik kavramı teorik bir kavram olmasının yanı sıra pratik alanda bir yöntem olarak kullanılabilir. Bu yöntem geleneksel teknik bilgi ve teknolojik araçlar esas alınarak geliştirilen uygulamaların geri bildirim mekanizması oluşturulmasına, iyileştirilmesine, niteliklerinin keşfedilmesine, kapsamlı bir görselleştirilme sunulmasına ve uygulama bazlı özelleştirilmiş bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlayabilir.
- Geliştirilen analiz yöntemine bağlı kalarak dijital fabrikasyon-geleneksel zanaat tekniği birlikteliği üzerine çalışan her uygulayıcı kendi tasarımının değerlendirmesini yapabilir. Bu değerlendirmenin ilerideki projeleri iyileştiren, kapsayıcı bir metot olarak kullanılacağı öngörülmektedir.
- Dokuma örgü tekniğine ait bulunan parametreler ve dokuma örgü çeşitlerinin çözüm uzayı bu teknikle kurgulanacak yeni tasarımlara bir kaynak/rehber olabilir.
- Dokuma örgü tekniğinin dijital fabrikasyon araçları ile birlikteliği düşünülerek üretilen örnek çalışmaların irdelenmesi yapılmıştır. Böylece, bu teknik ve teknolojinin kullanılarak üretileceği diğer çalışmaların gelişimine ışık tutulmaktadır.
- Geleneksel bir tekniği dijital fabrikasyon sürecine dahil etmek isteyen araştırmacılar bu çalışma ile sürecin adımlarını kullanabilir ve geliştirebilir.
- Dokuma örgü çeşitlerinin çözüm uzayının geliştirilmesi ile uygulamacı/tasarımcılar için alternatif desen/model/strüktür sunulabilir.

Bu çalışma tasarım ve uygulamalardaki yapısal/estetik/dijital başlıklarındaki ağırlıklı düşünme biçimini dengeleyeceği ön görülmektedir. Teori ve pratik bu geri bildirim/analiz yoluyla yeniden birlikte düşünülebilir. Çalışma bu birlikteliğin farkındalığını oluşturmak adına da kritik bir öneme sahiptir.

7. KAYNAKLAR

- Al-Alwan, H., & Mahmood, Y. B. (2020, March). The connotation of tectonics in architectural theory. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 745, No. 1, p. 012161). IOP Publishing.
- Abdelsabour, I. (2020). Fabrics as an inventive building material and their compatibility with flexible architecture. *JES. Journal of Engineering Sciences*, 48(1), 121-135.
- Abramovic, V., Glynn, R., & Achten, H. (2017, September). ROAMNITURE: Multi-Stable Soft Robotic Structures. In *ECAADE 2017: SHARING OF COMPUTABLE KNOWLEDGE!(SHOCK!)*, VOL 2 (pp. 87-96). Education & Research Computer Aided Architectural Design Europe (eCAADe).
- Ahlquist, S., & Sharmin S . (2016). Knit Architecture. ACADIA.
- Andersson, I. K., & Kirkegaard, P. H. (2006). A Discussion Of The Term Digital Tectonics. *WIT Transactions on The Built Environment*, 90.
- Bahaman, A. (2004). *The Magic of Tents Transforming Space*, NY: Harper Design International and Loft Publishers.
- Başer, G. (1994). Kumaş Geometrik Yapısı ile Kullanım Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Tekstil ve Mühendis*, 8(44), 35-42.
- Beesley, P., & Seebom, T. (2000). Digital tectonic design. In *Promise and Reality: State of the Art versus State of Practice in Computing for the Design and Planning Process: Proceedings of the 18th eCAADe Conference, Weimar, Germany, 22–24 June 2000* (pp. 287-90).
- Behera, B. K., Militky, J., Mishra, R., & Kremenakova, D. (2012). Modeling of woven fabrics geometry and properties. *Woven fabrics*, 1-33.
- Berg, M. (2005). *The age of manufactures, 1700-1820: Industry, innovation and work in Britain*. Routledge.
- Blessing, P. (2018). Draping, Wrapping, Hanging: Transposing Textile Materiality in the Middle Ages. *The Textile Museum Journal*, 45(1), 2-21.
- Bilecen, E. A. (2020). İç mekân tasarımı tekstil seçiminde performans ölçütlerinin değerlendirilmesi. *Artium*, 8(1), 61-67.
- Boding-Jensen, K. & Schødt Rasmussen, T. 2008, "Byggeriets tekstiler - enhvidbog om tekstile løsninger i byggeriet
- Broughton, J. (2012). *Tectonic sites: structuring the landscape with textile-derived construction techniques* (Doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign).

- Quinn, B. (2010). Textile futures: Fashion, design and technology. Tekstil konstruktioner og bygningskonstruktioner", *Tasarım Üzerine Kopenhag Çalışma Belgeleri*, Danimarka Tasarım Okulu, cilt. 5, hayır. 3.
- Caws, P. (1968). What is structuralism?. Partisan review.
- Campos, T., Cruz, P. J., & Figueiredo, B. (2021) The Use of Natural Materials in Additive Manufacturing of Buildings Components.
- Chang, H. C. (2021). Parametric design used in the creation of 3D models with weaving characteristics. *Journal of Computer and Communications*, 9(11), 112-127.
- Chatterjee, A. (2009). Tectonic into textile: John Ruskin and his obsession with the architectural surface. *Textile*, 7(1), 68-97.
- Clifton-Mogg, C., Paine, M., & Von der Schulenburg, F. (1988). The curtain book: a sourcebook for distinctive curtains, drapes, and shades for your home. (No Title).
- Cumming, E., & Kaplan, W. (1991). The arts and crafts movement (pp. 18-22). London: Thames and Hudson.
- Çavdar, R. Ç. (2020). Kitap Eleştirisi: Mimarlığın Maddiliği. DOI: 10.4305/METU.JFA.2020.2.10
- Çırpı, M. E., & Öner, D. Mimarlıkta Bilgisayar Destekli Fabrikasyon Teknolojileri ve Kullanım Yaklaşımları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(2), 943-956.
- Da Sousa Cruz, P. J. (Ed.). (2016). Structures and Architecture: Beyond their Limits. CRC Press.
- Dritsas, S. Dijital Ve Fiziksel Duyarlılık. 29 Dosya, 41.
- Ekici, D., Blessing, P., & Baudez, B. (Eds.). (2023). Textile in Architecture: From the Middle Ages to Modernism. Taylor & Francis. 10.4324/9781003281276
- Eriksson, T. (2016). A poetics of Virtuality. Chalmers Tekniska Hogskola (Sweden).
- Fernandez, J. (2012). Material architecture. Routledge.
- Frampton, K., 1983, Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture of Resistance, *The Anti-Aesthetic: Essays on Postmodern Culture*, H. Foster (Ed.), Port Townsend: Bay Press, Washington, p. 16-30
- Frampton, K., 1992, *Modern Architecture: A Critical History*, Thames and Hudson, p. 314-327.
- Fuksas, M. (2006). The Great Veil of the Central Axis. *Architectural Design*, 69-70.
- Garcia, M. (2006). Architecture+ textiles= architextiles. *Architectural Design*, 76(6), 5-11.
- Garcia, M. (Ed.). (2014). Future details of architecture. John Wiley & Sons.

- Gershenfeld, N. (2012). How to make almost anything: The digital fabrication revolution. *Foreign Aff.*, 91, 43.
- Gezer H. (2008 a). Dijital Tektoniklerle İç Mimaride Yeni Tasarım Anlayışları. İç Mimarlık 1. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı. İstanbul: MSGSÜ Yayın 1, s.281-294.
- Gezer H., (2008 b), "Architextiles" Malzemenin Mimariye Ve İç Mimariye Biçimsel Katkısı, 4.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, TMMOB yayını. ISBN 978-9944-89-663-7, İstanbul, s.130-14
- Gezer, H. (2012). Malzemenin gizil güçlerinin mimariye katkısı. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10(20), 97-118.
- Gezer, H. (2020). Çok Kültürlü Yaşamlar Ve Tekstil Mimarisi. *International Journal Of Social And Humanities Sciences*, 4(2), 87-102.
- Gibson, I. G., Rosen D., Stucker B. (2015). Additive manufacturing technologies 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing.
- Göktaş, D. Y., Soyluk, A., & İlerisoy, Z. Y. (2022) Pavyon Yapılarının Örgü Kurgusu Üzerinden Değerlendirmesi. *Mimarlık, Planlama Ve.*
- Güngör, Ş. (2010). Görsel Kompozisyonun Bir Ögesi Olarak Çizgi. *Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi*, (15), 85-100.
- Gramazio, F., & Kohler, M. (2008). Digital materiality in architecture.
- Groat, L. N., & Wang, D. (2013). Architectural research methods. John Wiley & Sons.
- Hack, N., Lauer, W., Langenberg, S., Gramazio, F., & Kohler, M. (2013). Overcoming repetition: robotic fabrication processes at a large scale. *International Journal of Architectural Computing*, 11(3), 285-299.
- Hatch, K.L. (1993). Textile Science, First edn, West Yayıncılık, Minneapolis/St. Paul.
- Hamdy, D. M., Osman, H. A., & Hassabo, A. G. (2021). *Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science*. vol, 19, 1-10.
- Heiiddgger , (1927). "Sein und Zeit" (Varlık ve Zaman).
- Huang, W. X., Yan, D., Luo, P., & Li, X. (2016). Digital design and construction of a weaving structure. In The 8th International Conference on Fibre-Reinforced Polymer (FRP) Composites in Civil Engineering (CICE 2016), Hong Kong.
- Holl, S., Frampton, K., & Migayrou, F. (1993). Steven Holl. ADA Edit.
- Hull C.W. (2015). The birth of 3D printing. *Research-Technology Management*, 58(6), 25-30.
- Harlizius-Klück, E. (2017). Weaving as binary art and the algebra of patterns. *Textile*, 15(2), 176-197.

- Houtman, R. (2015). Materials used for architectural fabric structures. In *Fabric Structures in Architecture* (pp. 101-121). Woodhead Publishing.
- Jenkins, D. T. (2003). The western wool textile industry in the nineteenth century. *The Cambridge history of Western textiles*, 2, 761-789.
- Karastathi, N. (2024) *Textile Narratives: Rhythmic Tactile Architectures*.
- Keating, S., & Oxman, N. (2013). Compound fabrication: A multi-functional robotic platform for digital design and fabrication. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29(6), 439-448. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2013.05.001>
- Kelly, S. D. (2003). Edmund Husserl and phenomenology. *The Blackwell guide to continental philosophy*, 112-136.
- Koch, M. K., Habermann J. (2004). *Membrane Structures*, N.Y: Prestel.
- Kurzweil, E. (2017). *The Age of Structuralism: From Lévi-Strauss to Foucault*. Routledge.
- Jabi, W. (2004). Digital Tectonics: The intersection of the physical and the virtual. In *Proceedings of the Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design In Architecture (ACADIA)*. Association for Computer-Aided Design in Architecture.
- Jasveer, S., & Jianbin, X. (2018). Comparison of different types of 3D printing technologies. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 8(4), 1-9.
- Kucker, P. (1996). The Semperian Paradigm: Developing Issues of Tectonics in Foundation Design. In *ACSA Annual Meeting* (Vol. 84, pp. p199-206).
- Kolarevic, B. (2001). Digital fabrication: manufacturing architecture in the information age. In *Proceedings of the twenty first annual conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture* (pp. 268-278).
- Kolarevic, B. (2003). *Architecture in the digital age. Design and Manufacturing*. Nueva York-Londres: Spon Press-Taylor & Francis Group.
- Koyunlu, A, Toker H., Demir N., Türkyılmaz T., Doğanışık Z. (2020). *Dokuma Örgüler*. Devlet Kitapları. MEB.
- Kozlov, D. (2018). Knots as a Principle of Form in Modern Art and Architecture. In *2nd International Conference on Art Studies: Science, Experience, Education (ICASSEE 2018)* (pp. 367-372). Atlantis Press.
- Kuusisto, T. K. (2010). *Textile İn Architecture* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Tampere University Of Technology.
- Kurzweil, E. (2017). *The Age of Structuralism: From Lévi-Strauss to Foucault*. Routledge.

- Lee, S. ve Kim, Y. (2018). "Integration of Knitting Technique into Architectural Design using Digital Fabrication Tools". Proceedings of the International Conference on Digital Fabrication in Architecture, 45-56
- Llorens, J., "Fabric Structures in Architecture", Woodhead Publishing, Elsevier, pp.25:78, 159:182, 2015.
- Lojanica, V., Colic-Damjanovic, V. M., & Jankovic, N. (2018, September). Housing of the future: Housing design of the fourth industrial revolution. In 2018 5th International Symposium on Environment-Friendly Energies and Applications (EFEA) (s. 1-4)
- Macdonald, A. J. (2018). *Structure and architecture*. Routledge.
- Maulden, R. (1986). Tectonics in architecture: from the physical to the meta-physical (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Mathur, R. (2016). 3D printing in architecture. *International journal of innovative science, engineering & technology*, 3(7), 583-591.
- Mori, T. (2004). The Tectonics of Textiles. Doi:10.1515/9783034611664.76
- Morabito, J. P. (2022). Weaving beyond the binary. *Textile*, 20(4), 424-438.
- Mubashra, A., Qamber, S. A., & Madaan, N. (2021). Architextiles: Design in its Multifunctional State. *International Journal of Innovation, creativity and change*, 15(8).
- Mpofu, T. P., Mawere, C., & Mukosera, M. (2014). The impact and application of 3D printing technology.
- Neuwirth L., (1979) "The Theory of Knots", Scientific American, 140(6), 1979, pp. 84-96.
- Nilsson, F. (2007). New technology, new tectonics?-on architectural and structural expressions with digital tools. In Tectonics-making meaning. Conference proceedings.
- Oktan, S., & Vural, S. (2019). Dijital Fabrikasyon Çağında Bauhaus Manifestosu'nu Yeniden Düşünmek. Wang, S., Bertagna, F., Ohlbrock, P. O., & Tanadini, D. (2022). The Canopy: A Lightweight Spatial Installation Informed by Graphic Statics. *Buildings*, 12(7), 1009.
- Otto, F., & Rasch, B. (1995). Form Finding. Edition Axel Menges. Stuttgart, Germany.
- Oxman, R. (2008). Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. *Design studies*, 29(2), 99-120.
- Oxman, R. (2010). Digital tectonics as a morphogenetic process. In Symposium of the International Association for Shell and Spatial Structures (50th. 2009. Valencia). Evolution and Trends in Design, Analysis and Construction of Shell and Spatial Structures: Proceedings. Editorial Universitat Politècnica de València.

- Oxman, R. (2012). Informed tectonics in material-based design. *Design Studies*, 33(5), 427-455.
- Oxman, R& Oxman R. (2014) *Theories of the Digital in Architecture*. Routledge,
- Önder, E., & Barkalp, O. M. (2017). Weaving technology II. <http://web.itu.edu.tr>.
- Pacheco-Torgal, F., Cabeza, L. F., Labrincha, J., & De Magalhaes, A. G. (2014). Eco-efficient construction and building materials: life cycle assessment (LCA), eco-labelling and case studies. woodhead Publishing.
- Popescu, M., Rippmann, M., Van Mele, T., & Block, P. (2020). KnitCandela-Challenging the construction, logistics, waste and economy of concrete-shell formworks. *Fabricate 2020: Making Resilient Architecture*, 194-201
- Puig, R. J. F., & Bruscatto, U. M. (2020). Teoria da tectônica: do tradicional ao digital. *Revista Brasileira de Expressão Gráfica*, 8(2).
- Retsin, G., & Garcia, M. J. (2016). Discrete computational methods for robotic additive manufacturing. In *Acadia* (pp. 332-341).
- Quinn, B. (2006). Textiles in architecture. *Architectural Design*, 76(6), 22-26.
- Qin, Y. (2023). The influence of structuralism in the field of architecture. *Academic Journal of Architecture and Geotechnical Engineering*, 5(5), 23-27.
- Rendell, J. (2004). Architectural research and disciplinarity. *arq: Architectural Research Quarterly*, 8(2), 141-147.
- Sabin, J. E. (2013). myThread Pavilion: generative fabrication in knitting processes. In *ACADIA* (Vol. 13, pp. 347-354).
- Semper, G. (1860). *Der Stil in den technischen und tektonischen*. Frankfurt.
- Sekler, E.F. 1965. Structure, Construction, Tectonics. In *Structure in Art and Science*; Kepes, G., Ed.; Braziller: New York, NY, USA,; sayfa.. 89–95
- Selçuk, A. G. H. T., & Lökçe, S. (2022) Yapısalci yöntem üzerinden bir anlama ve anlamlandırma çalışması. Erciyes Üniversitesi.
- Semper, G. (2004). *Style in the technical and tectonic arts, or, Practical aesthetics*. Getty Publications.
- Schmidt, A. M. D. (2007). *The Tectonic Practice: In the transition from the predigital to the digital era* (1 ed.). Aalborg Universitet.
- Schmidt, A. M. D., & Kirkegaard, P. H. (2005). Navigating towards digital tectonic tools. In *Conference of the Association for Computer Aided Design In Architecture* (pp. 114-127).

- Scott, J., Gaston, E., & Agraviador, A. (2021). Configured Knitting: Grafting as an assembly process for knitted architecture. In 39th eCAADe Conference (eCAADe2021). Newcastle University.
- Shi, J. Cho, Y. Taylor, M. Correa, D. (2020) Guiding Instability A craft-based approach for modular 3D clay printed masonry screen units 1, pp. 477–484, https://doi.org/10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_522.
- Shirazi, M. R. (2013) Critical Regionalism, Raum, and Tactility: Kenneth Frampton's Contribution to Phenomenological. *Environmental & Architectural Phenomenology*, Vol. 24
- Simonsen Degn, M., Newlove, P.R., Toldam Korsgård, M., Friderichsen, P., Saabye Korndal, L. & Dupont, R. 2007, *Textiles in Architecture and Design, Structure Catalogue*, Technical University of Denmark, Kongens Lyngby
- Smith, J. ve Johnson, A. (2020). "Textile Techniques in Architecture: A Comprehensive Review". *Journal of Architectural Engineering*, 25(3), 112-125).
- Sabur, H. B., & Selçuk, S. A. (2018). Mimari Tektoniğin Evrimi: Dijital Çağ Mimarisi Üzerine Bir Değerlendirme. *Ejons International Journal*, 2(3), 75-87.
- Sarkar, A. K., Johnson, I., & Cohen, A. C. (2023). *JJ Pizzuto's Fabric Science:-with STUDIO*. Bloomsbury Publishing USA.
- Smith, T'ai. 2014. *Bauhaus Weaving Theory: From Feminine Craft to Mode of Design*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Smith, T'ai. 2020. "Textile Media: Tangents across Modern and Conceptual Art. Chicago, IL: Fiber and Material Studies Mitchell Lectures, School of the Art Institute of Chicago
- Sorguç, A., & Kruşa Yemişcioğlu, M. (2020). *Mimarlıkta Fabrikasyon Teknolojileri ve Endüstri/Mimarlık 4.0*.
- Söderqvist, L. (2011). Structuralism in architecture: A definition. *Journal of Aesthetics & Culture*, 3(1), 5414.
- Tan, Y. Y., & Lee, T. L. (2018). The flexible textile mesh. In *Learning, Adapting and Prototyping, Proceedings of the 23rd International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA) 2018* (pp. 349-358).
- Tamke, M., Sinke Baranovskaya, Y., Monteiro, F., Lienhard, J., La Magna, R., & Ramsgaard Thomsen, M. (2021). Computational knit–design and fabrication systems for textile structures with customised and graded CNC knitted fabrics. *Architectural Engineering and Design Management*, 17(3-4), 175-195.
- Tao, Y., Lu, N., Zhang, C., Wang, G., Yao, C., & Ying, F. (2016, May). CompuWoven: A computer-aided fabrication approach to hand-woven craft. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2328-2333).

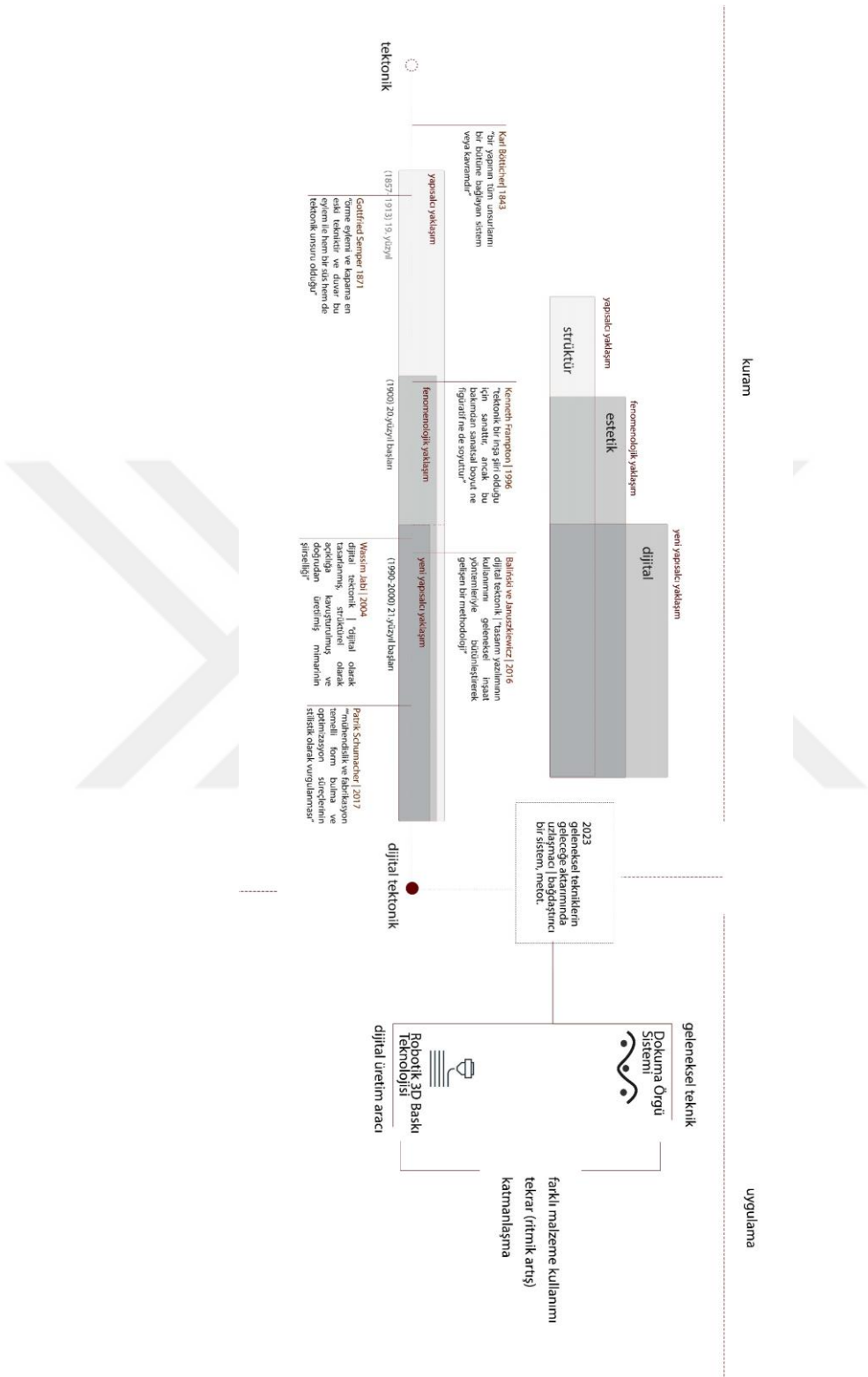
- Thomsen, M. R., Bech, K., & Sigurðardóttir, K. (2012). Textile logics in digital architecture. *Physical Digitality*. Presented at the Physical Digitality: 30th eCAADe, 621-628.
- Thomsen, M. R. (2008). Robotic membranes: exploring a textile architecture of behaviour. *Architectural Design*, 78(4), 92-97.
- Varmass P.E., Vial S. (2018). *Advancements in the Philosophy of Design*. Springer International Publishing.
- Wrightsmann, B. (2016). Re-Envisioning the Knot: The Neil Astle House. In *Structures and Architecture* (pp. 1416-1422). CRC Press.
- Wærsted, E. H. (2014). *Textiles in the Material Practice of Architects-Opportunities, Challenges and Ways of Simulating Use*. Lyngby: Technical University of Denmark.
- Yıldız, Diber. 2022. Dokumanın Tarihsel Süreçte Başlangıcı ve Gelişimine Genel Bir Bakış. *Hars Academy International Peer-Reviewed Culture, Art, and Architecture Journal*, 5(1): 256-293.
- Yurt, D. (2006). *Ev tekstilinde renk olgusu* (Doctoral dissertation, DEÜ Güzel Sanatlar Enstitüsü).
- Zanelli, A., Monticelli, C., Aliprandi, S., & Viscuso, S. (2012). The design and creation of a temporary textile pavilion at PoliMi.
- URL-1. (2024, Mayıs 25). <https://msd.unimelb.edu.au/maker-spaces/robotics-lab/projects2/exlab-robotic-clay-3d-printing-2019>
- URL-2. (2024, Mayıs 25). <https://arch.ethz.ch/en/news-und-veranstaltungen/lehre-forschung/archives/Archaeology-of-Territory.html>
- URL-3 . (2023, Ağustos 10). <http://www.achimmenges.net/?p=21027>
- URL-4. (2024, Ocak 10). <https://www.dezeen.com/2019/03/10/plectere-petra-vonk-acoustic-curtains/>
- URL-5. (2024, Mayıs 25). <https://www.re-thinkingthefuture.com/know-your-architects/a7176-10-architectural-projects-made-with-fabric/>

ÖZGEÇMİŞ

Ayşe Nesligül ÇEVİK, ilköğrenimini Ali Alkan İlköğretim Okulu'nda bitirdikten sonra lise eğitimini 2015 yılında Nizip Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamladı. 2015-2016 öğretim yılında Ankara Başkent Üniversitesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Mimarlık bölümünde lisans eğitimine başladı. 2020 yılında bu bölümden mezun oldu. 2021 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim dalında tezli yüksek lisans programına başladı. 2024 yılında İstanbul Kültür Üniversitesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak atandı, akademik çalışmalarını burada sürdürmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.

Çevik, A. N., Oktan, S., & Vural, S. (2024). Analysis of Anatolian Traditional Weaving Technique in the Context of Computational Design. *Nexus Network Journal*, 1-18.

EK-1 Genel Kurgu



EK-2 Dokuma Örgü Tekniği Grasshopper / Rhino Kod/ Model Görüntüleri