



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TARİHİ VE KÜLTÜREL MİMARİ YAPILARDAKİ MOTİFLERİN
CNC AHŞAP İŞLEME OLANAKLARI KULLANILARAK
MODERN YAPILARDA UYGULANMASI: AMASYA MEHMET
PAŞA CAMİ ÖRNEĞİ**

EVREN OSMAN ÇAKIROĞLU

**DOKTORA TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. ÜMİT BÜYÜKSARI**

DÜZCE, 2022

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARİHİ VE KÜLTÜREL MİMARİ YAPILARDAKİ MOTİFLERİN
CNC AHŞAP İŞLEME OLANAKLARI KULLANILARAK
MODERN YAPILARDA UYGULANMASI: AMASYA MEHMET
PAŞA CAMİ ÖRNEĞİ

Evren Osman ÇAKIROĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ümit BÜYÜKSARI

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ümit BÜYÜKSARI

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Türker DÜNDAR

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. İsmail AYDIN

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Halil İbrahim ŞAHİN

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 04/08/2022

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

04 Ağustos 2022

Evren Osman ÇAKIROĞLU

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Ümit BÜYÜKSARI'ya en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca değerli katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. Türker Dünder, Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER, Doç. Dr. Halil İbrahim ŞAHİN'e teşekkür ederim. K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü öğretim elamanları Prof. Dr. İsmail AYDIN, Arş. Gör. Dr. Aydın DEMİR, Arş. Gör. Abdullah Uğur Birinci'ye şükranlarımı sunarım.

Ayrıca tüm yardımlarından dolayı Artvin Çoruh Üniversitesi Endüstriyel Tasarımlar Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü Dr. Öğr. Üyesi Taner TAŞDEMİR'e, Müdür yardımcısı Öğr. Gör. Gökhan BAYYURT'a ve atölye teknik ekibime sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bununla birlikte mimari yapıların ve motiflerin yorumlanmasındaki katkılarından ötürü Artvin Çoruh Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü öğretim elemanlarından Dr. Öğr. Üyesi Birgül ÇAKIROĞLU'na teşekkür ederim.

Gelecek yıllara çok anlamlı bir eser bırakmamıza vesile olan, konstrüksiyonundan bilimsel deney örneklerinin teminine kadar her türlü cömertliği ve yardımı esirgemeyen Artvin Çevre ve Şehircilik İl Müdürü Murat CAVUNT'a teşekkür ediyorum.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

04 Ağustos 2022

Evren Osman ÇAKIROĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xv
KISALTMALAR.....	xviii
ÖZET	xix
ABSTRACT	xx
EXTENDED ABSTRACT	xxi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. CNC TEKNOLOJİSİ	3
1.1.1. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim	3
1.1.2. CNC Teknolojisi ve Ahşap Endüstrisindeki Yeri	4
1.1.3. Endüstri 4.0 Analizi.....	6
1.2. AMAÇ VE KAPSAM	10
2. CAMİLER.....	11
2.1. CAMİ MİMARİSİ	11
2.1.1. Camilerdeki Ana Mimari Elemanlar.....	11
2.1.1.1. Minare	11
2.1.1.2. Avlu.....	12
2.1.1.3. İbadet Mekanı	12
2.1.1.4. Son Cemaat Mahalli.....	12
2.1.1.5. Şadırvan.....	12
2.1.2. Camilerdeki İç Mekan Elemanları	12
2.1.2.1. Mihrap.....	13
2.1.2.2. Minber	15
2.1.2.3. Vaiz Kürsüsü	17
2.1.2.4. Kadınlar Mahfili	19
2.1.2.5. Müezzin Mahfili	19
2.2. MİNBER VE MİHRAPLAR	20
2.2.1. Anadolu Selçuklu Devleti Mihrap ve Minberleri	20
2.2.2. Erken, Klasik ve Son Dönem Osmanlı Minber ve Mihrapları	24
2.3. TAŞ SÜSLEMELER	27
2.3.1. Osmanlılarda Taş ve Mermerin Elde Edilişi.....	27
2.3.2. İç ve Dış Mekanda Taş Süslemeler ve Motifler	29
2.3.2.1. Bitkisel Motifler	29
2.3.2.2. Geometrik Motifler.....	31
2.3.2.3. Yazı, Kufi, Sulüs	33
2.3.2.4. Mukarnas.....	33
2.3.3. Taş Süslemede Uygulanan Tekniklerin Özellikleri.....	36
2.3.4. Taş Süslemeli Minberler	39
2.3.4.1. Mihrimah Sultan Cami Minberi.....	39
2.3.4.2. Sokullu Mehmet Paşa Cami Minberi (Kadırga)	42

2.3.4.3. Sinan Paşa Cami Minberi.....	45
2.3.4.4. Rüstem Paşa Cami Minberi.....	46
2.3.4.5. Amasya II. Bayezid Cami Minberi.....	48
2.3.5. Taş Süslemeli Mihraplar.....	49
2.3.5.1. Trabzon Ortahisar Cami Mihrabı.....	50
2.3.5.2. Bursa Yeşil Cami Mihrabı.....	52
2.3.5.3. Sinan Paşa Cami Mihrabı.....	53
2.3.5.4. Ankara Arslanhane Cami Mihrabı.....	54
2.4. AHŞAP SÜSLEMELER.....	56
2.4.1. İç ve Dış Mekanda Ahşap Süslemeler ve Motifler	59
2.4.1.1. Bitkisel Motifler	59
2.4.1.2. Geometrik Motifler.....	59
2.4.2. Ahşap Süslemede Kullanılan Teknikler	60
2.4.2.1. Ahşap Oymacılık Tekniği.....	61
2.4.2.2. Kündekari Tekniği.....	63
2.4.2.3. Kakma (Marketri) Tekniği.....	69
2.4.3. Camilerde Kullanılan Ağaç Türleri ve Elde Edilişi	72
2.4.4. Ahşap Süslemeli Minberler.....	72
2.4.4.1. Konya Aleaddin Cami Minberi.....	73
2.4.4.2. Bursa Ulu Cami Minberi.....	74
2.4.4.3. Artvin Macahel (Camili) Minberi	76
2.4.4.4. Artvin Düzköy Cami Minberi.....	79
2.4.4.5. Artvin Muratlı (Maradit) Cami Minberi	81
2.4.4.6. Beyşehir Eşrefoğlu Cami Minberi.....	82
2.4.4.7. Ankara Arslanhane Cami Minberi.....	83
2.4.5. Ahşap Süslemeli Mihraplar	85
2.4.5.1. Artvin Muratlı (Maradit) Cami Mihrabı	85
2.4.5.2. Artvin Düzköy Cami Mihrabı.....	86
2.4.5.3. Ürgüp Taşkın Paşa Cami Mihrabı.....	88
2.4.6. Ahşap Süslemeli Kapılar, Mahfiller, Kubbe Ve Tavanlar.....	90
3. AMASYA MEHMET PAŞA CAMİ VE ARTVİN ŞEHİTLİK KÖYÜ CAMİ	93
3.1. AMASYA MEHMET PAŞA CAMİ VE MİNBERİNİN DESEN ANALİZİ ..93	
3.1.1. Tarihi ve Mimari Özellikleri.....	93
3.1.2. Minber Bölümleri ve Desen Analizi.....	94
3.1.2.1. Minber Kapısı ve Taç Kısmı	95
3.1.2.2. Minber Yan aynalık ve Minber Korkuluğu.....	100
3.1.2.3. Minber Köşk Kısmı.....	104
3.1.2.4. Minber Süpürgelik ve Yan hoca girişi.....	107
3.1.2.5. Minber Kubbesi.....	110
2.4.4.6. Minber Bordür Analizi	112
3.2. ARTVİN ŞEHİTLİK KÖYÜ CAMİ	113
3.2.1. Artvin Şehitlik Köyü Cami Plan Görünümleri	114
3.2.2. Artvin Şehitlik Köyü Cami Ahşap Eserleri.....	116
3.2.2.1. Minber	118
3.2.2.2. Mihrap.....	119
3.2.2.3. Vaiz Kürsüsü.....	120
3.2.2.4. Dış (Taç) Ana Kapı Ve İç Ana Kapı.....	120
3.2.2.5. Kadınlar Mahfili	121

3.2.2.6. Son Cemaat Yeri.....	121
3.2.2.7. Müezzin Mahfili	121
3.2.3. Artvin Şehitlik Köyü Cami Ahşap Konstrüksiyon ve Ahşap Süsleme ..	121
3.2.4. Ahşap Minber	124
3.2.4.1. Ahşap Minber Kapısı.....	125
3.2.4.2. Ahşap Minber Taç Kısım.....	128
3.2.4.3. Ahşap Minber Yan Aynalık.....	131
3.2.4.4. Ahşap Minber Korkuluk	135
3.2.4.5. Ahşap Minber Süpürgelikler.....	137
3.2.4.6. Ahşap Minber Yan Hoca Girişi.....	139
3.2.4.7. Ahşap Minber Bordürleri	141
3.2.4.8. Ahşap Minber Köşk.....	142
3.2.4.9. Ahşap Minber Kubbe.....	143
3.2.5. Ahşap Mihrap.....	144
3.2.5.1. Ahşap Mihrap Dış Ana Desenler	145
3.2.6. Ahşap Vaiz Kürsüsü.....	149
3.2.7. Müezzin Mahfili	150
3.2.8. Kadımlar Mahfili.....	151
3.2.9. Dış Ana Ahşap Kapı(Taç Kapı)	152
3.2.10. İç Ana Ahşap Kapı	154
3.2.11. İç Mekan Kapıları	156
3.2.12. İç Mekan Kenar Süslemeleri.....	157
3.2.13. İç ve Dış Mekanda Üst Yüzey İşlemleri.....	158
3.3. CAMİ MİMARİSİNDEKİ GELENEKSEL VE MODERN YAKLAŞIM...158	
4. MATERYAL VE YÖNTEM	162
4.1. MATERYAL	162
4.1.1. Çalışmada Kullanılan Ağaç Türleri ve Özellikleri.....	162
4.1.1.1. İroko (<i>Chlorophora excelsa</i>)	163
4.1.1.2. Sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum Sprague</i>).....	164
4.1.1.3. Dişbudak (<i>Fraxinus excelsior</i>).....	166
4.1.1.4. Ceviz (<i>Juglans regia L.</i>)	167
4.1.1.5. Ladin (<i>Picea orientalis L.</i>).....	168
4.1.2. CNC Makinası ve Özellikleri	168
4.1.3. Alphacam Programı ve Analizi.....	171
4.1.4. Kullanılan Kesici Takımları ve Özellikleri.....	174
4.1.5. Deney Örneklerinin Oluşturulması	175
4.2. YÖNTEM.....	177
4.2.1. Deney Grupları ve Parametreler	180
4.3. ÖLÇÜMLER	182
4.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümleri	182
4.3.2. Islanabilirlik ve Temas Açısı Ölçümleri	183
4.3.3. Elektrik Enerjisi Ölçümleri	184
4.3.4. İşlem Süresi Ölçümleri.....	184
5. BULGULAR	185
5.1. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ İLE İLGİLİ BULGULAR.....	185
5.1.1. Ağaç Türüne Göre Yüzey Pürüzlülüğü Ortalama Değerleri.....	185
5.1.2. Bıçak Çapına Göre Yüzey Pürüzlülük Ortalama Değerleri.....	192
5.1.3. Devir hızına Göre Yüzey Pürüzlülük Ortalama Değerleri	193

5.1.4. Kesme Hızına Göre Yüzey Pürüzlülük Ortalama Değerleri	193
5.1.5. Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Tek Değişkene Göre Varyans Analizleri	194
5.1.5.1. Ağaç Türüne Göre Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analizleri	194
5.1.5.2. Bıçak Çapına Göre Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analizleri	195
5.1.5.3. Devir Hızına Göre Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analizleri	196
5.1.5.4. Kesme Hızına Göre Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analizleri	197
5.1.6. Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin İkili Değişkene Göre Varyans Analizleri	198
5.1.6.1. Ağaç Türü Ve Bıçak Çapına Göre Varyans Analizi	198
5.1.6.2. Ağaç Türü Ve Devir Hızına Göre Varyans Analizi	200
5.1.6.3. Ağaç Türü Ve Kesme Hızına Göre Varyans Analizi	200
5.1.6.4. Bıçak Çapı Ve Devir Hızına Göre Varyans Analizi	203
5.1.6.5. Bıçak Çapı Ve Kesme Hızına Göre Varyans Analizi	204
5.1.6.6. Kesme Hızı Ve Devir Hızına Göre Varyans Analizi	206
5.1.7. Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Üçlü ve Dörtlü Değişkene Göre Varyans Analizleri	207
5.2. ISLANABİLİRLİK İLE İLGİLİ BULGULAR	208
5.2.1. Ağaç Türüne Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri	209
5.2.2. Bıçak Çapına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri	210
5.2.3. Devir Hızına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri	211
5.2.4. Kesme Hızına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri	212
5.2.5. Ağaç Türü ve Bıçak Çapına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri ...	212
5.2.6. Ağaç Türü Ve Devir Hızına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri ...	213
5.2.7. Ağaç Türü Ve Kesme Hızına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri..	214
5.2.8. Bıçak Çapı Ve Devir Hızına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri ...	215
5.2.9. Devir Hızı Ve Kesme Hızına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri ..	216
5.2.10. Çoklu Değişkenlere Göre En Uygun Islanabilirlik Değerleri	217
5.2.10.1. İroko Türüne Göre En Uygun Islanabilirlik Değerleri	217
5.2.10.2. Sapelli Türüne Göre En Uygun Islanabilirlik Değerleri	218
5.2.10.3. Ceviz Türüne Göre En Uygun Islanabilirlik Değerleri	219
5.2.10.4. Dişbudak Türüne Göre En Uygun Islanabilirlik Değerleri	220
5.2.10.5. Ladin Türüne Göre En Uygun Islanabilirlik Değerleri	222
5.3. ELEKTRİK TÜKETİMİ VE İŞLEM SÜRESİ İLE İLGİLİ BULGULAR	223
6. TARTIŞMA	230
6.1. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ	230
6.1.1. Ağaç Türüne Göre Yüzey Pürüzlülüğü	230
6.1.2. Bıçak Çapına Göre Yüzey Pürüzlülüğü	231
6.1.3. Devir hızına Göre Yüzey Pürüzlülüğü	232
6.1.4. Kesme Hızına Göre Yüzey Pürüzlülüğü	233
6.2. ISLANABİLİRLİK	235
6.2.1. Ağaç Türüne Göre Islanabilirlik	235
6.2.2. Bıçak Çapına Göre Islanabilirlik	236
6.2.3. Kesme hızına Göre Islanabilirlik	236
6.3. ELEKTRİK TÜKETİMİ VE İŞLEM SÜRESİ İLE İLGİLİ TESTLER	239
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	240
8. KAYNAKLAR	245

9. EKLER.....	263
9.1. EK 1: YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÖLÇÜM VERİLERİ	263
9.2. EK 2: ISLANABİLİRLİK ÖLÇÜM VERİLERİ.....	268
9.3. EK 3: ELEKTRİK TÜKETİMİ ÖLÇÜM VERİLERİ.....	270
9.3. EK 4: İŞLEM SÜRELERİ ÖLÇÜM VERİLERİ	275
ÖZGEÇMİŞ.....	280



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Ahşap endüstrisinde kullanılan robot sistemleri	7
Şekil 1.2. Endüstri 4.0 gelişim aşaması.....	7
Şekil 1.3. Gelecekte 3d mobilya tasarımı.	8
Şekil 2.1. İznik Yeşil Cami minaresi.....	11
Şekil 2.2. Süleymaniye Cami iç mekan planı.	13
Şekil 2.3. Süleymaniye Cami mihrabı.....	14
Şekil 2.4. Ürgüp Taşkın Paşa Cami minberi 14.yy.	16
Şekil 2.5. Siirt Ulu Cami minberi 13. yy.....	17
Şekil 2.6. Artvin Camili (Macahel) Cami ahşap vaiz kürsüsü.....	18
Şekil 2.7. Kılıç Ali Paşa Cami vaiz kürsü (Mimar Sinan).....	18
Şekil 2.8. Fatih Ortahisar Cami kadınlar mahfilinden bakış	19
Şekil 2.9. Ayasofya Cami müezzin mahfili.	20
Şekil 2.10. Eşrefoğlu Cami minber yan görünüş	23
Şekil 2.11. Sivas Divriği Ulu Cami minberi.....	24
Şekil 2.12. İznik Çandarlı Halil Paşa (Yeşil) Cami mihrabı.....	25
Şekil 2.13. Şehzade Cami minberi (Mimar Sinan).....	26
Şekil 2.14. Nur-u Osmaniye Cami Türk Barok tarzı (1755)..	27
Şekil 2.15. Bazı rumi motifleri.....	29
Şekil 2.16. Rumi kompozisyonunun bileşenleri (Topkapı Sarayı Müzesi arşivi).	30
Şekil 2.17. Sarı kesme taştan mihrapta geometrik süslemeler.....	32
Şekil 2.18. Çift Kanat Kapı ve geometrik süslemeler	32
Şekil 2.19. Minberde yan doğu tarafı geometrik süslemeler.....	33
Şekil 2.20. Taç kapıda mukarnas (Bursa Yeşil Cami)	35
Şekil 2.21. Minber köşk üstü mukarnas örneği.....	35
Şekil 2.22. Minber kapısı taç kısmı mukarnas örneği.....	36
Şekil 2.23. Taç kapı girişi ve mukarnas kavsara.....	37
Şekil 2.24. Taş süslemedeki alçak ve yüksek kabartma tekniği.	38
Şekil 2.25. Taş süsleme sanatı ve tekniklerin uygulanması örneği.....	38
Şekil 2.26. Mihrimah Sultan Cami İstanbul	39
Şekil 2.27. Mihrimah Sultan Cami minber yan görünüş.	40
Şekil 2.28. Mihrimah Sultan Cami Minberi Batı kısmından görünüş.....	41
Şekil 2.29. Mihrimah Sultan Cami korkuluk ve köşk kısımları.....	42
Şekil 2.30. Sokullu Mehmet Paşa minber görünüşü	43
Şekil 2.31. Sokullu Mehmet Paşa Cami Minber yan aynalık rumi süslemeler..	44
Şekil 2.32. Sokullu Mehmet Paşa Cami minber yan kısım	44
Şekil 2.33. Sokullu Mehmet Paşa minber kapısı taç kısmı mukarnası.....	45
Şekil 2.34. Sinan Paşa Cami minberi	46
Şekil 2.35. Rüstem Paşa Cami Fatih İstanbul	47
Şekil 2.36. Rüstem Paşa Cami minberi	47
Şekil 2.37. Rüstem Paşa Cami minber yan aynalık.....	48
Şekil 2.38. Amasya II. Bayezid Cami minberi..	49
Şekil 2.39. Amasya II. Bayezid Cami minberi yan aynalık.....	50
Şekil 2.40. Trabzon Ortahisar Cami mihrap	51
Şekil 2.41. Trabzon Ortahisar Cami mihrap ve minber	52
Şekil 2.42. Bursa Yeşil Cami mihraptaki mukarnaslı kavsara	52

Şekil 2.43. Sinan Paşa Cami mihrabı	53
Şekil 2.44. Ankara Arslanhane Cami minare ve taç kapıya bakış	54
Şekil 2.45. Ankara Arslanhane Cami ahşap sütunlar ve düz tavan.....	55
Şekil 2.46. Ankara Arslanhane Cami mihrabı	55
Şekil 2.47. Ahi Elvan Cami pencere kanatları.....	58
Şekil 2.48. Ankara Hacı Hasan (öğlen) Cami kapısı 13. yüzyıl	59
Şekil 2.49. Geometrik süsleme ve künde-kari	60
Şekil 2.50. Ankara Alaeddin Cami minberi ahşap oymacılık.....	62
Şekil 2.51. Sivas Divriği Ulu Cami minber oyma tekniği.....	62
Şekil 2.52. Hakiki künde-kari tekniği: Siirt Ulu Cami minberi (a) Eskişehir Şeyh Sücaeddin Türbe kapısı (b)	65
Şekil 2.53. Künde-kari ve iç kısımdaki süsleme	65
Şekil 2.54. Merzifon Çelebi Sultan Cami kapısı.....	68
Şekil 2.55. Çakma ve kabartmalı taklit künde-kari -Ankara Aleaddin Cami minber aynası.	68
Şekil 2.56. Kakma tekniği- Taşkın Paşa Cami minber.....	70
Şekil 2.57. Kakma tekniği-Hacı Bayram Veli Türbesi iç kapısı.....	71
Şekil 2.58. Kakma tekniği-Hacı Bayram Veli Türbesi iç kapısı göbek kısmı.....	71
Şekil 2.59. Konya Aleaddin Cami minberi.....	74
Şekil 2.60. Konya Aleaddin Cami minberi yan aynalık kısmı ve künde-kari.	74
Şekil 2.61. Bursa Ulu Cami minber eski foto	75
Şekil 2.62. Bursa Ulu Cami minber yan aynalık.....	76
Şekil 2.63. Macahel (Camili) minberi	77
Şekil 2.64. Macahel (Camili) minber aynası.	77
Şekil 2.65. Macahel (Camili) minber aynası geometrik çizimi	78
Şekil 2.66. Macahel (Camili) minber aynası göbek 3d modellenmesi.....	78
Şekil 2.67. Artvin Düzköy Cami minber aynası göbek kısmı	79
Şekil 2.68. Artvin Düzköy Cami minber aynası	80
Şekil 2.69. Artvin Muratlı (Maradit) Cami kapısı.....	81
Şekil 2.70. Artvin Muratlı (Maradit) Cami minberi.....	82
Şekil 2.71. Beyşehir Eşrefoğlu Cami minberi	83
Şekil 2.72. Ankara Arslanhane Cami minberi	84
Şekil 2.73. Ankara Arslanhane Cami minberi yan aynası.....	85
Şekil 2.74. Artvin Muratlı (Maradit) Cami mihrabı.....	86
Şekil 2.75. Artvin Düzköy Cami mihrabı.....	87
Şekil 2.76. Artvin Düzköy Cami mihrap yan kısım.....	87
Şekil 2.77. Ürgüp Taşkın Paşa Cami mihrabı.....	88
Şekil 2.78. Ürgüp Taşkın Paşa Cami mihrabı ön cephe	89
Şekil 2.79. Mihrapta sivri kemer ön cephe	89
Şekil 2.80. Amasya Bayezid Cami ahşap kapısı.....	91
Şekil 2.81. Edirne Selimiye Cami kapı geometrik desen.	91
Şekil 2.82. Artvin Macahel Cami mahfil kısmı	92
Şekil 3.1. Amasya Mehmet Paşa Cami.	93
Şekil 3.2. Amasya Mehmet Paşa Cami minberi.....	94
Şekil 3.3. Minber yan (doğu cephe) görünüş.....	95
Şekil 3.4. Amasya Mehmet Paşa Cami minberi hakiki çift kanat kapısı (Vakıflar Genel Müdürlüğü/ Ankara).....	96
Şekil 3.5. Amasya Mehmet Paşa Cami minberi mevcut çift kanat kapısı.....	97
Şekil 3.6. Minber taç kısmı.....	97
Şekil 3.7. Minber taç kısmı mukarnas.....	98

Şekil 3.8. Minber kapısı yan desen görünüşü ve köşebent.....	98
Şekil 3.9. Minber ön görünüş.....	99
Şekil 3.10. Minber kapısı basamak formu (eşik taşı).....	100
Şekil 3.11. Minber doğu yan aynalık.....	101
Şekil 3.12. Minber korkuluk doğu cephe.....	102
Şekil 3.13. Minber korkuluğu kartuşu.....	103
Şekil 3.14. Minber korkuluğu uç kısım.....	103
Şekil 3.15. Minber korkuluğu kabara.....	104
Şekil 3.16. Minber köşk kısmı yan ve ön görünüş.....	105
Şekil 3.17. Minber köşk kısmı kemer ve taç.....	106
Şekil 3.18. Minber köşk içi desen.....	106
Şekil 3.19. Doğu cephesi kıble yönündeki süpürgelik pano detayı.....	107
Şekil 3.20. Doğu cephesi kuzey yönündeki süpürgelik pano detayı.....	108
Şekil 3.21. Doğu Cephesi Orta Kısım Süpürgelik Pano Detayı.....	108
Şekil 3.22. Minber yan hoca girişi.....	109
Şekil 3.23. Minber yan hoca girişi kaş kemer ve rumi süsleme.....	109
Şekil 3.24. Yan hoca girişi dekoratif parça.....	110
Şekil 3.25. Minber köşk altı pano-doğu cephe.....	110
Şekil 3.26. Minber kubbesi.....	111
Şekil 3.27. Minber kubbesi ön cephe.....	111
Şekil 3.28. Minber yan doğu cephesinde genel bordür detayı.....	112
Şekil 3.29. Minber kapısı bordür detayı.....	113
Şekil 3.30. Artvin Şehitlik Köyü Cami plan detayı.....	114
Şekil 3.31. Artvin Şehitlik Köyü Cami ön cephe (kuzey).....	114
Şekil 3.32. Artvin Şehitlik Köyü Cami arka cephe (güney).....	115
Şekil 3.33. Artvin Şehitlik Köyü Cami sağ yan cephe (batı).....	115
Şekil 3.34. Artvin Şehitlik Köyü Cami sol yan cephe (doğu).....	116
Şekil 3.35. Sapelli ve dışbudak kereste.....	122
Şekil 3.36. Sapelli masif solid panel ve sapelli kereste.....	123
Şekil 3.37. Dışbudak kereste.....	123
Şekil 3.38. Dışbudak kereste ve biçilmiş kereste.....	124
Şekil 3.39. Ahşap minber.....	125
Şekil 3.40. Minber kapısı alphacam görüntüsü.....	125
Şekil 3.41. Minber kapısı çizimi ve takım yolları.....	126
Şekil 3.42. Minber kapısı kanatları.....	127
Şekil 3.43. Minber kapısı işlemesi.....	127
Şekil 3.44. Minber kapısı kemer modellemesi.....	128
Şekil 3.45. Minber taç kısmı.....	129
Şekil 3.46. Minber taç kısmı sulüs hat.....	129
Şekil 3.47. Minber taç kısmı dikdörtgen form.....	130
Şekil 3.48. Minber taç kısmı ve mukarnas.....	130
Şekil 3.49. Minber taç kısmı mukarnas 3d modellenmesi.....	131
Şekil 3.50. Ahşap yan aynalık takım yolları.....	132
Şekil 3.51. Ahşap yan aynalık aspire 3d modelleme.....	132
Şekil 3.52. Ahşap yan aynalık çizimi.....	133
Şekil 3.53. Ahşap yan aynalık sapelli masif malzeme.....	134
Şekil 3.54. Vernikli ahşap yan aynalık.....	134
Şekil 3.55. Ahşap minber korkuluk takım yolları.....	135
Şekil 3.56. Ahşap minber korkuluk kartuj modellemesi.....	136
Şekil 3.57. Ahşap minber korkuluk dışbudak masif malzeme.....	136

Şekil 3.58. Vernikli ahşap minber korkuluk yan görünüm.....	137
Şekil 3.59. Ahşap minber süpürgelik panosu.	138
Şekil 3.60. Ahşap minber süpürgelik iç desen modellemesi	138
Şekil 3.61. Ahşap minber süpürgelik iç desen çizimi.	138
Şekil 3.62. Ahşap minber süpürgelik.	139
Şekil 3.63. Ahşap minber yan hoca girişi.	140
Şekil 3.64. Ahşap minber yan hoca girişi kaş kemerli köşelikler.....	140
Şekil 3.65. Ahşap minber bordürleri çizimi ve takım yolları	141
Şekil 3.66. Ahşap minber bordürleri	141
Şekil 3.67. Ahşap minber köşk	142
Şekil 3.68. Ahşap minber köşk kısmı ve taç.....	143
Şekil 3.69. Ahşap minber köşk direklerin desen çizimi	143
Şekil 3.70. Ahşap minber kubbe birleştirme.....	144
Şekil 3.71. Ahşap minber kubbe.	144
Şekil 3.72. Ahşap mihrap	145
Şekil 3.73. Ahşap mihrap desenleri.....	146
Şekil 3.74. Ahşap mihrap desenleri geometrik çizimi ve üretimi.....	146
Şekil 3.75. Ahşap mihrap üst yüzey işlemi dolgu zımpara	147
Şekil 3.76. Mihrap nişler ve kavsara üst yüzey işlemi dolgu zımpara ve vernik.....	148
Şekil 3.77. Mihrap üst yüzey vernik işlemi.	149
Şekil 3.78. Vaiz kürsüsü.	150
Şekil 3.79. Müezzin mahfili motifleri	150
Şekil 3.80. Kadınlar mahfilinden mihraba bakış.....	151
Şekil 3.81. Kadınlar mahfilindeki direk kenar motif.....	151
Şekil 3.82. Dış ana ahşap kapı (taç kapı).....	152
Şekil 3.83. Dış ana ahşap kapı (taç kapı) alphacam çizimi	153
Şekil 3.84. Dış ana ahşap kapı (taç kapı) sivri kemer alphacam çizimi	153
Şekil 3.85. Dış ana ahşap kapı (taç kapı) konstrüksiyon işlemi	154
Şekil 3.86. Dış ana ahşap kapı (taç kapı) ön cephe.....	154
Şekil 3.87. İç ana ahşap kapı ön cephe.....	155
Şekil 3.88. İç ana ahşap kanatları.....	155
Şekil 3.89. İç ana ahşap kapı arka desenleri çizimi.....	156
Şekil 3.90. İç ana ahşap kapı desenleri cnc takım yolları.....	156
Şekil 3.91. Tek kanatlı iç ahşap kapı desenleri.....	157
Şekil 3.92. İç mekan kenar süslemeleri cnc takım yolları.....	157
Şekil 3.93. İç mekan kenar süslemeler	158
Şekil 3.94. Marmara ilahiyat cami	159
Şekil 3.95. Marmara ilahiyat cami iç mekan ve doğal aydınlatmalı kubbe.....	160
Şekil 3.96. Hz. Ebubekir Cami	160
Şekil 3.97. Hz. Ebubekir Cami minber ve mihrabı	161
Şekil 4.1. İroko kaplama görünümü ve enine kesit (x14) foto CTFT.....	164
Şekil 4.2. Sapelli kaplama görünümü ve enine kesit (x14) foto CTFT.....	165
Şekil 4.3. CNC megatron.....	169
Şekil 4.4. CNC LNC monitör.	169
Şekil 4.5. CNC LNC tuş takımı	170
Şekil 4.6. Alphacam programı	172
Şekil 4.7. Recon programı	173
Şekil 4.8. Recon programı ve pozisyon düzenlemeleri.....	173
Şekil 4.9. Kesici takımları ve cnc işlemesi	174
Şekil 4.10. Deney örneklerinde bıçak yolları	175

Şekil 4.11. Alphacam ile deney örnekleri kesim yönü ve tipi	175
Şekil 4.12. Alphacam malzeme boşaltma işlemi	176
Şekil 4.13. Kesici takım çapı, numarası, dönüş hızı ve kesme hızı.	176
Şekil 4.14. Deney örneklerinin oluşturulma simülasyonu.....	177
Şekil 4.15. Ağaç türlerine göre kesilmiş deney parçaları	177
Şekil 4.16. Dişbudak, ceviz, ladin, sapelli, iroko deney parçaları	178
Şekil 4.17. CNC İle işlenmiş ladin deney örnekleri.....	178
Şekil 4.18. CNC İle işlenmiş sapelli deney örnekleri	178
Şekil 4.19. CNC İle işlenmiş dişbudak deney örnekleri.....	179
Şekil 4.20. CNC İle işlenmiş iroko deney örnekleri	179
Şekil 4.21. CNC İle işlenmiş ceviz deney örnekleri	179
Şekil 4.22. Çalışmadaki deney örnekleri.....	180
Şekil 4.23. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri.....	183
Şekil 4.24. Temas açısı ölçüm cihazı	183
Şekil 5.1. Ağaç türlerinin en düşük Ra değerlerinin olduğu parametreler.....	192
Şekil 5.2. Ağaç türü ve bıçak çapına göre oluşan ortalama yüzey pürüzlülük değerleri.	200
Şekil 5.3. Ağaç türü ve devir hızına göre ortalama yüzey pürüzlülük değerleri.	201
Şekil 5.4. Ağaç türlerine göre farklı kesme hızlarında yüzey pürüzlülük değerlerinin değişimi.....	203
Şekil 5.5. Bıçak çapının farklı devir hızlarına göre pürüzlülük değerleri.	204
Şekil 5.6. Bıçak çapının farklı kesme hızlarına göre pürüzlülük değerleri.	205
Şekil 5.7. Ağaç türüne göre ıslanabilirlik değerleri.	209
Şekil 5.8. Ağaç türlerinin Bıçak çapına göre ıslanabilirlik değerleri.	213
Şekil 5.9. Ağaç türlerinin devir hızlarına göre ıslanabilirlik değerleri.....	214
Şekil 5.10. Ağaç türü ve Kesme hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.	215
Şekil 5.11. Bıçak çapı ve devir hızına göre ıslanabilirlik değerleri.	216
Şekil 5.12. Devir hızı ve Kesme hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri	217

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Çeşitli makinaların gtip numaraları ve ürün grupları.....	8
Çizelge 1.2. Türkiye’de ağaç işleme makineleri sektörünün 2015 – 2020 yılları genel durumu (usd).....	9
Çizelge 1.3. İhracatta Türkiye ağaç işleme makinelerinin durumu ve ürün çeşitliliğine göre dağılımı (usd)..	9
Çizelge 1.4. İthalatta Türkiye ağaç işleme makinelerinin durumu ve ürün çeşitliliğine göre dağılımı (usd)..	10
Çizelge 2.1. Mıhrapta kullanılan malzemeler (Anadolu Selçuklu).....	21
Çizelge 2.2. Minberde kullanılan malzemeler ve teknikleri (Anadolu Selçuklu).....	23
Çizelge 2.3. Anadolu Selçuklu dönemi camilerde ahşap kullanımı.....	57
Çizelge 2.4. Hakiki künde-kari tekniği ile yapılan eserlerden bazıları	66
Çizelge 2.5. Taklit künde-kari tekniği ile yapılan eserlerden bazıları.....	69
Çizelge 4.1. Kullanılan kesici takımları ve özellikleri	174
Çizelge 4.2. Deney grupları ve parametreler	180
Çizelge 5.1. Ağaç türüne göre pürüzlülük ortalama değerleri.....	185
Çizelge 5.2. Yüzey pürüzlülüğünün değişkenlere göre ölçülen ortalama değerleri vestandart sapmaları	186
Çizelge 5.3. Ağaç türlerine göre en yüksek ve en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri	191
Çizelge 5.4. Bıçak çapına göre ortalama yüzey pürüzlülük değerleri.....	192
Çizelge 5.5. Devir hızına göre ortalama yüzey pürüzlülük değerleri.....	193
Çizelge 5.6. Kesme hızına göre ortalama yüzey pürüzlülük değerleri.....	193
Çizelge 5.7. Ağaç türüne göre varyans analizi sonuçları	194
Çizelge 5.8. Ağaç türüne göre Ra ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.....	194
Çizelge 5.9. Ağaç türüne göre Ry ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.....	195
Çizelge 5.10. Ağaç türüne göre Rz ölçüm değeri için duncan testi sonuçları	195
Çizelge 5.11. Bıçak çapına göre yüzey pürüzlülüğü varyans analizi sonuçları.....	195
Çizelge 5.12. Bıçak çapına göre Ra ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.....	196
Çizelge 5.13. Bıçak çapına göre Rz ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.....	196
Çizelge 5.14. Devir hızına göre yüzey pürüzlülüğü varyans analizi sonuçları.....	197
Çizelge 5.15. Devir hızına göre Ry ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.....	197
Çizelge 5.16. Kesme hızına göre yüzey pürüzlülüğü varyans analizi sonuçları.....	198
Çizelge 5.17. Kesme hızına göre Ra ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.....	198
Çizelge 5.18. Ağaç türü ve bıçak çapının ikili varyans analizi sonuçları.....	199
Çizelge 5.19. Ağaç türlerine göre farklı bıçak çaplarında oluşan yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri	199
Çizelge 5.20. Ağaç türü ve devir hızının ikili varyans analizi sonuçları.....	200
Çizelge 5.21. Ağaç türlerine göre farklı devir hızlarında oluşan yüzey pürüzlülük(Ra) değerleri.....	201
Çizelge 5.22. Ağaç türü ve kesme hızının ikili varyans analizi sonuçları.....	202
Çizelge 5.23. Ağaç türlerine göre farklı kesme hızlarında oluşan yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri	202
Çizelge 5.24. Bıçak çapı ve devir hızının ikili varyans analizi sonuçları.....	203
Çizelge 5.25. Bıçak çapı ve devir hızına göre oluşan yüzey pürüzlülük değerleri ortalamaları	204
Çizelge 5.26. Bıçak çapı ve kesme hızına göre ikili varyans analizi sonuçları.....	205
Çizelge 5.27. Bıçak çapı ve kesme hızına göre oluşan yüzey pürüzlülük değerleri ortalamaları	205

Çizelge 5.28. Kesme hızı ve devir hızına göre ikili varyans analizi sonuçları	206
Çizelge 5.29. Kesme hızı ve devir hızına göre oluşan yüzey pürüzlülük değerleri ortalamları	206
Çizelge 5.30. Üçlü ve dördü faktöre göre varyans analizi sonuçları	207
Çizelge 5.31. Ağaç türü ve diğer parametrelere göre ıslanabilirlik değerlerinin varyans analizi sonuçları.....	208
Çizelge 5.32. Ağaç türlerine göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.....	209
Çizelge 5.33. Ağaç türüne göre ıslanabilirlik değerlerinin homojenlik testi.....	210
Çizelge 5.34. Bıçak çapına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri	210
Çizelge 5.35. Bıçak çapına göre ıslanabilirlik değerlerinin homojenlik testi.....	211
Çizelge 5.36. Devir hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri	211
Çizelge 5.37. Devir hızına göre ıslanabilirlik değerlerinin homojenlik testi.....	211
Çizelge 5.38. Kesme hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri	212
Çizelge 5.39. Ağaç türü ve bıçak çapına göre ıslanabilirlik değerleri	212
Çizelge 5.40. Ağaç türü ve devir hızına göre ıslanabilirlik değerleri	213
Çizelge 5.41. Ağaç türü ve kesme hızına göre ıslanabilirlik değerleri.....	214
Çizelge 5.42. Bıçak çapı ve kesme hızına göre ıslanabilirlik değerleri	215
Çizelge 5.43. Devir hızı ve Kesme hızına göre ıslanabilirlik değerleri	216
Çizelge 5.44. İroko örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri	217
Çizelge 5.45. Sapelli örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri.....	218
Çizelge 5.46. Ceviz örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri.....	219
Çizelge 5.47. Dişbudak örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri.....	221
Çizelge 5.48. Ladin örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri.....	222
Çizelge 5.49. Araştırma kriterlerine göre birim zamanda tüketilen enerji ortalaması ..	223
Çizelge 5.50. Elektrik tüketiminin kriterlere göre varyans analizi	224
Çizelge 5.51. Elektrik tüketiminin bazı kriterlere göre varyans analizi devam sonuçları.....	225
Çizelge 5.52. Ağaç türüne göre elektrik tüketiminin homojenlik testi sonuçları	225
Çizelge 5.53. Bıçak çapına göre elektrik tüketiminin homojenlik testi sonuçları	226
Çizelge 5.54. Ağaç türlerinin harcanan elektrik ve geçen süre ile arasındaki ilişki	226
Çizelge 5.55. Bıçak çapları ile harcanan elektrik ve geçen süre ile arasındaki ilişki ...	227
Çizelge 5.56. Bıçak çaplarına göre harcanan elektrik miktarları.....	227
Çizelge 5.57. Bıçak çaplarına gören parçanın işlenmesi için geçen süreler	227
Çizelge 5.58. Kesme hızına göre elektrik miktarı ve geçen sürenin değişimi.....	228
Çizelge 5.59. Kesme hızı seviyesine göre harcanan elektrik miktarları	228
Çizelge 5.60. Kesme hızı seviyesine göre parçanın işlenmesi için geçen süreler	229
Çizelge 9.1. İroko ağaç türüne göre r_a , r_y ve r_z ortalama değerleri ve standart sapmaları.....	263
Çizelge 9.2. Sapelli ağaç türüne göre r_a , r_y ve r_z ortalama değerleri ve standart sapmaları.....	264
Çizelge 9.3. Ceviz ağaç türüne göre r_a , r_y ve r_z ortalama değerleri ve standart sapmaları.....	265
Çizelge 9.4. Dişbudak ağaç türüne göre r_a , r_y ve r_z ortalama değerleri ve standart sapmaları.....	266
Çizelge 9.5. Ladin ağaç türüne göre r_a , r_y ve r_z ortalama değerleri ve standart sapmaları.....	267
Çizelge 9.6. İroko ağaç türüne göre ıslanabilirlik temas açısı ortalama değerleri.....	268
Çizelge 9.7. Sapelli ağaç türüne göre ıslanabilirlik temas açısı ortalama değerleri.....	268
Çizelge 9.8. Ceviz ağaç türüne göre ıslanabilirlik temas açısı ortalama değerleri	269
Çizelge 9.9. Dişbudak ağaç türüne göre ıslanabilirlik temas açısı ortalama değerler...	269

Çizelge 9.10. Ladin ağaç türüne göre ıslanabilirlik temas açısı ortalama değerleri	270
Çizelge 9.11. 3mm kesici takımına göre ölçülen elektrik enerji tüketimleri.....	270
Çizelge 9.12. 6mm kesici takımına göre ölçülen elektrik enerji tüketimleri.....	272
Çizelge 9.13. 8mm kesici takımına göre ölçülen elektrik enerji tüketimleri.....	273
Çizelge 9.14. 3mm kesici takımına göre ölçülen işlem süreleri	275
Çizelge 9.15. 6mm kesici takımına göre ölçülen işlem süreleri	276
Çizelge 9.16. 8mm kesici takımına göre ölçülen işlem süreleri	278



KISALTMALAR

CNC
TS
ANOVA

Computer Numerical Control
Türk Standartı
Varyans Analizi



ÖZET

TARİHİ VE KÜLTÜREL MİMARİ YAPILARDAKİ MOTİFLERİN CNC AHŞAP İŞLEME OLANAKLARI KULLANILARAK MODERN YAPILARDA UYGULANMASI: AMASYA MEHMET PAŞA CAMİ ÖRNEĞİ

Evren Osman ÇAKIROĞLU

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ümit BÜYÜKSARI

Ağustos 2022, 279 sayfa

Artvin ilinde bulunan modern mimaride yapılan Şehitlik köyü camisine, tamamı mermer olan Amasya Mehmet Paşa minberi ve mimari motifleri örnek alınarak ahşap işlemler uygulanmıştır. Ahşap süsleme tekniklerinin detaylı bir şekilde uygulandığı bu eserdeki işlemlerin çoğu CNC ile yapılmıştır. Yapıdaki tüm ahşap işlemlerde masif paneller ve kereste kullanılmıştır. Kabartmalar, grift hatlar ve bitkisel motifler yoğun kullanılmıştır. Tezin 2. ve 3. bölümlerinde daha çok tarihi ve kültürel mimari yapılardaki motifler, analizleri, çizimleri ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Genel olarak Türk-islam kültüründen etkilenen cami anlayışı dönem dönem farklılıklar göstermiştir. Anadolu Selçuklu, erken-klasik-geç Osmanlı dönemi ve çağdaş dönem ile farklı çizgiler bulunmaktadır. Bilgisayar destekli üretimin önemli parçası olan CNC ile çalışmalar yapılmıştır. Modern mimaride yapılan bu esere, tarihi kültürel değere sahip erken dönem Osmanlı motiflerini barındıran işlemler ve inşasının yanı sıra günümüz CNC teknolojisini kullanarak çalışmalar yapılmıştır. Bu tez çalışması kapsamında ağaç türlerine göre CNC parametreleri, en uygun ağaç türünü, yüzey pürüzlülüğü ve ahşap malzemenin ıslanabilirlik dereceleri, parametrelere göre harcanan elektrik enerjisi ve işlem süresi belirlenmiştir. Ağaç türleri olarak iroko, sapelli, ceviz, dişbudak ve ladin kullanılmıştır. CNC parametreleri olarak 3 farklı bıçak çapı (3, 6 ve 9 mm), 3 farklı devir hızı (12000, 15000 ve 18000 d/dk) ve 3 farklı kesme hızı (3000, 6000 ve 9000 mm/dk) belirlenmiştir. En düşük yüzey pürüzlülük değeri İroko örneklerinden elde edilmiştir. En düzgün yüzey 6 mm çaplı bıçakla elde edilirken, yine 15000 d/dk işlem gören örneklerden ve 3000 mm/dk kesme hızında daha kaliteli yüzeyler oluşmuştur. Islanabilirlik değerlerine bakıldığında ladin, dişbudak ve sapelli türleri, ceviz ve irokodan daha iyi sonuçlar vermiştir. Dişbudak ve Ceviz örneklerinin işlenirken diğer ağaç türlerine göre birim zamanda daha fazla elektrik tüketimine neden olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Mimari motifler, Ahşap süsleme teknikleri, CNC teknolojisi, Yüzey pürüzlülüğü, Islanabilirlik.

ABSTRACT

THE APPLICATION OF MOTIFS IN HISTORICAL AND CULTURAL ARCHITECTURAL BUILDINGS IN MODERN BUILDINGS BY USING CNC WOOD PROCESSING FACILITIES: AMASYA MEHMET PAŞA MOSQUE EXAMPLE

Evren Osman ÇAKIROĞLU

Düzce University

Graduate Education Institute, Department of Forest Industrial Engineering

Doctoral Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ümit BÜYÜKSARI

August 2022, 279 pages

In the Şehitlik village mosque, which was built in modern architecture in Artvin, woodwork was applied by taking the Amasya Mehmet Pasha pulpit and architectural motifs as an example. Most of the processes in this work, where wood decoration techniques are applied in detail, were made with CNC. Solid panels and timber were used in all woodwork in the building. Reliefs, intricate lines and floral motifs were used extensively. In the 2nd and 3rd chapters of the thesis, the motifs, analyzes and drawings of historical and cultural architectural structures were examined in detail. In general, the understanding of the mosque, which was influenced by the Turkish-Islamic culture, showed differences from time to time. There are different lines with the Anatolian Seljuk, early-classical-late Ottoman period and the contemporary period. Studies were carried out with CNC, which is an important part of computer-aided production. This work, which is made in modern architecture, has been worked on using today's CNC technology, as well as the embroidery and construction, which includes early Ottoman motifs with historical cultural value. Within the scope of this thesis, CNC parameters according to wood species, the most suitable wood type, surface roughness and wettability of wood material, electrical energy spent according to the parameters and processing time were determined. As tree species, iroko, sapele, walnut, ash and spruce were used. 3 different blade diameters (3, 6 and 9 mm), 3 different rotation speeds (12000, 15000 and 18000 rpm) and 3 different cutting speeds (3000, 6000 and 9000 mm/min) were determined as CNC parameters. The lowest surface roughness value was obtained from Iroko samples. While the smoothest surface was obtained with a blade with a diameter of 6 mm, higher quality surfaces were formed from the samples processed at 15000 rpm and at a cutting speed of 3000 mm/min. Considering the wettability values, spruce, ash and sapele species gave better results than walnut and iroko. It has been determined that Ash and Walnut samples cause more electricity consumption per unit time than other wood species during processing.

Keywords: Architectural motifs, Wood decoration techniques, CNC technology, Surface roughness, Wettability.

EXTENDED ABSTRACT

THE APPLICATION OF MOTIFS IN HISTORICAL AND CULTURAL ARCHITECTURAL BUILDINGS IN MODERN BUILDINGS BY USING CNC WOOD PROCESSING FACILITIES: AMASYA MEHMET PAŞA MOSQUE EXAMPLE

Evren Osman ÇAKIROĞLU

Düzce University

Graduate Education Institute, Department of Forest Industrial Engineering

Doctoral Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ümit BÜYÜKSARI

August 2022, 279 pages

1. INTRODUCTION

Traditional elements such as mihrab, pulpit, minaret, courtyard, narthex and women's gathering place, which are the basic plan archetypes of classical mosque architecture, have been interpreted in different forms with contemporary materials. Innovative attitudes in plan, form, form, cover and material gain importance in contemporary Turkish mosques. A modern and dynamic image is aimed in these buildings, in which contemporary technologies are used. However, in these buildings, which have a completely modern interior, it is seen that traditional Turkish-Islamic ornamental arts are used in ornamental features.

In this study, Artvin Şehitlik Village Mosque construction, architectural decorations and wooden applications were made, which is the building where modern and traditional approaches are applied together. Wooden decorations and applications were completed by taking the pulpit of Mehmet Pasha Mosque in Amasya as an example. It is aimed to apply the motifs of Amasya Mehmet Pasha Mosque, which belongs to the Early Ottoman Period, and especially its pulpit, to the mosque of Şehitlik village, which was built in Modern architecture in the province of Artvin. Artifacts made entirely of marble were processed into wood using high-tech CNC facilities. Today, it is known that Sapelli wood is generally used in these processes. For this reason, a different work was made by adding the local ash tree, in which the sapele tree was used in general terms and in order to add color and decorativeness. With this work, different tree species were also examined, considering that a few tree species could be used both indoors and outdoors.

It was desired to do some research on this work, which was made in modern

architecture, using today's CNC technology, as well as the embroidery and construction, which includes early Ottoman motifs with historical cultural value. Studies have been carried out in order to regulate the CNC parameters according to the tree species, to determine the most suitable tree species, to determine the surface roughness and wettability of the wood material, to determine the electrical energy and time spent according to the parameters. As tree species, iroko, sapele, walnut ash and spruce were used. As CNC parameters, 3 blade types (3mm, 6mm and 8mm flat ends) 3 different (spindell speed) rotation speeds (12000, 15000 and 18000 rpm) and 3 different (cut feed) cutting speeds (3000, 6000 and 9000 mm) /min) was determined.

Mehmet Pasha Mosque belonging to the Early Ottoman Period in Amasya has been examined in all its details. According to many related publications and researches, the mosque and all the artistic motifs in it were examined, photographed and technical drawings were made by going to the province of Amasya. It has been redrawn geometrically with all its details in Autocad and Alphacam environment. While creating this, it was scaled according to the aspect-width ratio in the space. The meanings of all vegetal and geometric motifs and the techniques of the period used in processing them on marble were investigated in detail. According to the researches and drawings, the Artvin Şehitlik Village Mosque application structure, which is located in Artvin Province and has a location on the shore of the Çoruh river, has been selected. In addition, all the wooden artistic works of the mosque, the Main Crown Door, the inner main door, all doors, windows, the narthex, the pulpit, the mihrab, the muezzin's chamber, the preacher's lectern, the women's chamber, the interior wooden motif reclining pieces were applied. I tried to apply motifs and techniques with historical and cultural value to each of these parts of the mosque. I took care to apply these motifs and artistic thought especially on the motifs of the Amasya Mehmet Pasha Mosque pulpit. There are tremendous works of art in our country and it is important to keep the historical texture of these works alive in existing modern buildings.

2. MATERIAL AND METHODS

All construction and production processes were carried out in Artvin Çoruh University Furniture-Decoration workshop with the contributions of the Provincial Directorate of Environment and Urbanization. Experimental samples were prepared according to tree species and a suitable mechanism was created for CNC. G codes were produced for the samples drawn with the Alphacam program, according to the parameters, to create a

separate coding for each group. 135 different sample groups were created with 5 tree species, 3 blade types, 3 different rotation speeds and 3 different cutting speeds. 5 of these samples, 675 samples in total, were processed in CNC. Calculation of spent electrical energy and applied times were determined separately. In the calculation of electrical energy, an additional counter (3-phase, four-wire active electronic electricity meter with demantmeter) was connected to the current flowing through the CNC, and T1 start and end values were recorded. Machining times were determined for each wood type according to different rotation and cutting speeds with CNC knives. This process is recorded from the main screen on the CNC LNC monitor. In addition, surface roughness measurements and wettability (contact angle) measurements were made.

In the study, iroko (*Chlorophora excelsa*), sapele (*Entandrophragma cylindricum* Sprague), ash (*Fraxinus excelsior*), walnut (*Juglans regia* L.) and spruce (*Picea orientalis*) wood, which are widely used in the furniture industry, were used. Wood samples were conditioned in the climatic chamber until they reached a moisture content of $12\% \pm 1\%$ before cutting with a CNC machine. A four-axis CNC milling machine (Megatron 2128) with a spindle power of 9 kW and a maximum spindle speed of 24000 was used for cutting operations. The toolpath strategy was chosen as offset from outside to inside over the outer lines, and flat end mills with three different diameters (3 mm, 6 mm and 8 mm) were preferred. The processing was carried out continuously in the tangential directions of the wood samples. As a result, three spindle speeds (12000 rpm, 15000 rpm and 18000 rpm) and feed rates (3 m/min, 6 m/min and 9 m/min) were used for CNC machining. The cutting depth was determined as 3 mm. Cutting was done in one step. The energy consumption of each sample was determined using a wattmeter. Total processing times were recorded immediately after machining with the CNC machine and using a stopwatch with a start-stop integrated into the CNC. Afterwards, the samples were sized 50 mm x 50 mm and test samples were taken for surface roughness and wettability measurements. Five test samples were prepared to represent each group and the test phase was started.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

When the surface roughness parameter values of the tree species treated within the scope of the study are examined; The lowest surface roughness value was obtained from Iroko (3.41) samples. This is followed by Ash (3.54), Spruce (4.24), Walnut (5.23) and Sapele (5.73) samples, respectively. When looking at which parameters the most

suitable surface roughness values of tree species are obtained; The lowest surface roughness (2.38) for the Iroko samples was obtained from the samples processed with an 8 mm diameter blade at a cutting speed of 3000 mm/min at 18000 rpm. The lowest surface roughness (4.24) for Sapele samples was obtained from the samples processed with a 3 mm diameter blade at 12000 rpm and 3000 mm/min cutting speed. The lowest surface roughness (4.08) for the walnut samples was obtained from the samples processed with a blade of 8 mm diameter at a cutting speed of 3000 mm/min at 15000 rpm. The lowest surface roughness (2.40) for the ash samples was obtained from the samples processed with a 6 mm diameter blade at a cutting speed of 3000 mm/min at 15000 rpm. The lowest surface roughness (3.00) for the spruce samples was obtained from the samples processed with a 3 mm diameter knife at a cutting speed of 3000 mm/min at 15000 rpm. It is seen that the order of the lowest roughness values among the tree species is similar to the order of the general roughness averages. The remarkable result here is that the best roughness values are obtained at low cutting speed regardless of the wood type. This result in cutting speed for the tree species in the study is similar for most commercial tree species.

When evaluated individually according to the diameters of the cutting blades used, the smoothest surface was obtained with a 6mm diameter blade, while the roughest surface was obtained from the samples treated with a 3mm diameter (small diameter) blade. Within the scope of the study, the samples were processed while the CNC machine was operating at 3 different speeds. Considering the effects of these rotation speeds on the surface roughness as the only factor; The smoothest surface was obtained from the samples processed at 15000 rpm (medium speed). The roughest surfaces were obtained from those processed at 12000 rpm (low speed).

Considering the effect of cutting speed on surface roughness, the smoothest surfaces were obtained at 3000 mm/min cutting speed (low cutting speed). As the cutting speed increases, the surface roughness also increases. The roughest surfaces were obtained at a cutting speed of 9000 mm/min (high cutting speed).

When the statistical meanings of these 4 factors (wood type, blade diameter, rotation speed and cutting speed) are analyzed with the variance analysis and the statistical meanings of the different values that occur within themselves, and when they are tested

with homogeneity tests;

In terms of wood species, Iroko and Ash trees give the smoothest surfaces, followed by Spruce samples, Walnut samples and Sapelli samples, which give the roughest surfaces. Considering the cutter blade diameter used; While the smoothest surface was obtained with 6 mm and 8 mm blades, the samples processed with a 3 mm diameter blade gave rougher surfaces than these two blades. It was observed that the change in rotation speed did not have a significant effect on the roughness. Normally, the level with the lowest cutting speed (3000 mm/min) is expected to give the smoothest surfaces, but in our research, the first two levels of cutting speed gave statistically indifferent results in terms of surface roughness. The fastest step, 9000 mm/min, gave the roughest surfaces as expected. The fact that the cutting speed is low in almost all of the studies conducted in this area has a positive effect on the surface roughness. Considering the parameters required for the best surface roughness of the tree species, it is seen that the smoothest surfaces are obtained at 3000mm/min cutting speed for all 5 tree species. When looking at which blade diameter smoother surfaces are obtained within the tree species; Smoother surfaces were obtained in Iroko, Walnut and Ash specimens with a blade of 8 mm diameter, and in Sapelli and Spruce specimens with a blade of 3 mm in diameter.

Considering the rotation speed of the tree species, smoother surfaces are obtained; While smoother surfaces were obtained only in Iroko samples at low rotational speeds, smoother surfaces were obtained in others at medium and high rotational speeds. When the cutting speed changes according to tree species are examined; While smoother surfaces were obtained at 6000 mm/min cutting speed only for Walnut samples, smoother surfaces were obtained for other species at low cutting speed (3000 mm/min). In studies on the effects of cutting speed on surface roughness, it is stated that low cutting speeds positively affect surface roughness. Regardless of the tree type, considering which blade diameter creates smoother surfaces at which rotation speed; Smoother surfaces were obtained at high speed (18000 rpm) with a 3 mm diameter blade, at a medium speed (15000 rpm) with a 6 mm diameter blade, and at a low rotation speed (12000 rpm) with a 8 mm diameter blade.

Again, if we look only at which cutting speed a smoother surface is obtained according to the blade diameter; Smoother surfaces were obtained at medium cutting speed (6000

mm/min) with the 3 mm diameter blade, and at low cutting speed (3000 mm/min) with the 6 mm and 8mm diameter blades. Considering the relationship between cutting speed and rotation speed; Medium speed (15000 rpm) for slow cutting speed (3000 mm/min), low rotation speed (12000 rpm) for medium and fast cutting speed (6000 mm/min and 9000 mm/min) smoother surfaces are obtained. has caused.

When evaluated according to their wettability characteristics, among the tree species within the scope of this study, Spruce, Ash and Sapelli species gave better results, while Walnut and Iroko gave worse results in terms of wettability. Considering the wettability capabilities of the blade diameters; It is seen that those processed with 3 mm and 6 mm diameter blades have better wettability values than those processed with 8 mm diameter blades. If it has the ability to get wet according to the rotation speed; Samples processed at low rotation speed give better wetting results. Considering the wettability feature according to the cutting speed; It was understood that the cutting speed did not have a positive or negative effect on the wettability values. Considering at which blade diameter the wood species create better wettability values; Sapele and Spruce can be wetted more with an 8 mm blade, while iroko and walnut can be wetted better than other diameter knives when treated with a 6 mm blade and ash with a 3 mm blade. When tree species are evaluated according to their turnover rates in terms of wettability; It was determined that iroko and sapele samples had a better wettability angle at 18000 rpm, walnut, ash and spruce samples at 12000 rpm compared to other rotation speeds. When tree species are examined according to cutting speeds in terms of wettability; It was concluded that iroko and sapele samples were better wetted at a cutting speed of 9000 mm/min, walnut samples at a cutting speed of 3000 mm/min, and ash and spruce samples at a cutting speed of 6000 mm/min has been reached.

Considering all the criteria, if it is questioned in which parameters the best wettability values are determined; For Iroko samples; With 3 mm blade, 12000 rpm and 9000mm/min cutting speed speed, for sapele samples; With 3mm blade, 18000 rpm rotation speed and 9000 mm/min cutting speed, 6 mm blade, 12000 rpm rotation speed and 3000 mm/min cutting speed, 8 mm blade, 12000 rpm rotation speed and 6000 mm/min cutting speed, for walnut samples; With 3 mm blade, 12000 r/min revolution speed and 3000 m/min cutting speed, 6 mm blade, 12000 r/min revolution speed and 3000 mm/min cutting speed, 8 mm blade, 18000 r/min revolution speed and 6000

mm/min min cutting speed. for ash samples; With 3 mm blade, 12000 rpm rotation speed and 9000 mm/min cutting speed, 3 mm blade, 15000 rpm rotation speed and 3000 mm/min cutting speed, 6 mm blade, 12000 rpm rotation speed and 6000 mm/min min cutting speed, 8 mm blade, 15000 rpm revolution speed and 3000 mm/min cutting speed. For spruce samples; With 3 mm blade, 12000 r/min revolution speed and 9000 mm/min cutting speed, 6 mm blade, 18000 r/min revolution speed and 9000 mm/min cutting speed, 8 mm blade, 12000 r/min revolution speed and 3000 mm/min min cutting speed.

The electricity consumed by the CNC machine during the processing of all samples processed within the scope of the research was measured and the amount of electricity consumed per hour was calculated by proportioning it according to the processing time. When the differences between the criteria and parameters are examined; No significant difference was found between tree species in terms of electricity consumption according to rotation speed and cutting speed. In terms of electricity consumption, significant differences occur only in terms of the blade diameter used. It has been calculated that 7.63 Kwh electricity is consumed when processing with a 3 mm diameter blade, 8.03 Kwh is consumed when processing with a 6mm diameter blade, and 8.41 Kwh is consumed when processing with a 8 mm diameter blade. From this, it was concluded that the machine consumes less electricity when working with thin-diameter blades compared to other blade.

4. CONCLUSION AND OUTLOOK

In general, the understanding of the mosque, which was influenced by the Turkish-Islamic culture, showed differences from time to time. There are different lines with the Anatolian Seljuk, Early-Classical-Late Ottoman Period and Contemporary Period. Mosque architecture has different regional characteristics in all Islamic countries. In the Contemporary Period, new searches were made and various applications were made without spoiling the traditional plan reinforcements. However, the main elements in the traditional understanding, the altar, pulpit, preacher's lectern, courtyard, women's lounge, muezzin's lodge, narthex, and doors were interpreted with the modern materials of the period. In the examinations made, the modern mosque's plan, interior, and the materials used are of an innovative understanding. However, the interior motifs and

decorations are the same as in the traditional understanding. Turkish-Islamic ornament forms were used. Between the 10th and 14th centuries, it is seen that plaster, tiles, glazed and unglazed bricks and wood were used instead of stone material. When looked at, dense and rich ornaments are encountered in its decoration. Herbal compositions and writing have a very important place in these mihrabs. Geometric compositions are less common. The mihrabs of Anatolian Turkish architecture are rectangular framed, without arches or with low pointed arches, with muqarnas cavities, with columns in the corners, rectangular, polygonal or double niches. Geometric motifs and vegetal forms were used in its decoration. Many materials such as wood, plaster, marble and stone were used in the architecture of the altar during the Anatolian Seljuk and Ottoman periods. Most of the early Ottoman mihrabs were built with plaster material, and examples of stone, marble and tile materials are also encountered. In the Ottoman Classical period architecture, it is noticed that there is a stylistic unity in terms of design and ornamentation in the mosque complexes of the Selatin, most of which were realized in the capital city of Istanbul, and in certain provincial provinces, and the altars of the mosques built by important statesmen. White marble was used as the main material in the altars of this period. In the late period, there were changes in the mosque architecture and the mihrab architecture was also affected by this.

There are also periodic changes in the minbars. Since the minbars were mostly built of marble in the Ottoman period, the door wings were replaced by the entrances arranged in the form of arched openings. Early Period Ottoman minbars reflect the Seljuk period in terms of decoration techniques and materials used. In the early period pulpits, it is seen that the decorations are very intense rather than the form. In the classical period, minbar arrangements are not very common.

The desired results have been achieved in the woodworks of the Şehitlik Village Mosque, and the pulpit with the main motifs, the original of which is made of marble, was created perfectly in wooden construction with all its motifs. It has been observed that the ash and sapele wood species used in its construction and decorations give very good results in CNC machining, adhesion and surface treatments, and the desired historical and architectural motifs have been applied to the wood with computer aided production. An example was created by making use of the naturalness and aesthetics of wood. The most suitable parameters were obtained in the study with CNC. With these, more sensitive applications will be obtained in similar studies to be carried out in the

future. It can be contributed to many computer aided production used in industry. In CNCs, the most suitable rotation speed, the most suitable cutter, the most suitable cutting speed are found according to the tree species, and the energy and time spent are evaluated.

Enterprises operating in the field of Forest Industry; With the adjustments in some parameters of high-tech CNCs, the use of which is constantly increasing, the data will be used optimally in the context of economy, quality and efficiency. However, with the most suitable processing possibilities, it will make a great contribution to the country's economy in electricity consumption. In addition to the species (walnut, ash and spruce) grown in our country, which we examined within the scope of our study, it can be used in works where historical and architectural motifs can be evaluated in species with suitable specific weights and decorative features. If the restoration works will be carried out with the help of high technology, the most suitable processing parameters for these tree species have been determined. With it we can achieve the smoothest surfaces and quality adhesion. It is thought that the findings obtained from the study will make important contributions to both science and industry. The surface quality characteristics of wood species frequently used in the furniture industry such as iroko, sapele, walnut, ash and spruce can be created according to all cutting conditions and with CNC, the most suitable parameters can be created, and energy and time losses can be minimized.

GİRİŞ

Yeni dönem mimari yapılarda geleneksel ve modern yaklaşımlar ile konstrüksiyonu yapılmış eserler vardır. İslamiyetin simgesi olan camiler de bu kapsamda inşa edilmektedirler. Tarihî ve kültürel nitelikteki camilerin planlarına yakın veya birebir aynısı olmaya çalışan, ancak bunların yapımında zorluklarla karşı karşıya kalınan uygulamaları gösteren “geleneksel yaklaşım”ın yanında farklı üslup ve bakış açısı ile günümüz çağdaş malzemeler ve uygulama teknikleri ile yapılan uygulamaları tanımlayan “modern yaklaşım” vardır [1].

Tüm İslam ülkelerinde farklı bölgesel özelliklere sahip olan camii mimarisi, 20. yüzyılla birlikte yeni arayışa girmiş ve geleneksel plan elemanları korunarak farklı denemeler gerçekleştirilmiştir. Klasik camii mimarisinin temel plan arka tipleri olan mihrap, minber, minare, avlu, son cemaat yeri ve kadınlar mahfili gibi geleneksel elemanlar, çağdaş malzeme ile farklı formlarda yorumlanmıştır. Çağdaş Türk camilerinde plan, form, biçim, örtü ve malzemedeki yenilikçi tutumlar önem kazanır. Daha biçimci olan bu yapılarda klasik örtü olan kubbe de dönemin özelliklerini taşır. Klasik şema tamamen terkedilerek saf geometrik ve açılar-formlar tercih edilmektedir. İç mekânda ise çağın gereği olarak akustik ve iklimlendirme sorunları ele alınmıştır. Işık ise fonksiyonel bir gerekliliğin yanı sıra simgesel amaçla da kullanılmıştır. Çağdaş teknolojilerin kullanıldığı bu yapılarda, modern ve dinamik bir görüntü amaçlanmaktadır. Ancak tamamen modern bir iç mekâna sahip bu yapılarda, süsleme özelliklerinde geleneksel Türk-İslam süsleme sanatlarının kullanıldığı görülür [2]. Cami mimarisinin ülkemizdeki gelişimi incelendiğinde Mimar Sinan’ın 16. yy. da en yüksek seviyeye ulaştırdığı tek ve yarım kubbeli kare planlı cami örneklerinin bir tipoloji oluşturduğu, tekrarlarının öykülenerek yaygın bir şekilde yapıldığı görülmüştür [3].

İslam şehir mimarisinde en önemli temel yapının cami olması sebebiyle yeni kurulan şehirlerde veya fethedilen yerlerde cami merkezli bir yerleşim oluşmakta idi. Günümüzde hemen her yerleşim merkezinde “Ulu Cami” veya “Cami-i Kebir” denilen merkezi bir

caminin oluşu, bu anlayışın bir sonucudur [4]. Cami yapıları ilk İslam toplumunun oluşmasında merkezi bir rol oynamıştır. İbadet işlevinin yanı sıra içinde eğitim faaliyetlerinin yapıldığı, toplumsal meselelerin görüşüldüğü, sosyal yardımlaşma ve dayanışmayı sağlayan faaliyetlerin gerçekleştiği, bir kompleks haline gelmiştir [5].

Ahşap ürünlerde sıklıkla kullanılan yüksek teknoloji CNC makineleri, orman ürünleri endüstrisinin kullanılan önemli bir parçasıdır. Freze işlemleri, kanalların istenilen ölçüde açılması, malzemenin derinlik verilerek boşaltılması, farklı motifler verilerek mobilya oluşturulabilmektedir. Verimliliği ve yüzeysel kaliteyi yüksek teknoloji CNC makineleriyle yapılan işlemler sonucu artırılabilir [6]. Sürekli artan teknolojiyle birlikte CNC makineleri, üç boyutlu işlemler, endüstriyel ürünler, prototipler gibi birçok kullanım alanlarına sahiptirler. Üretime büyük bir katkısı bulunan CNC ler bilgisayarlı destekli imalatla kullanılabilir [7]. Modelleme, frezeleme, delme ve kanal açma gibi işlemlerde oldukça tercih edilen bu makineler, diğer otomasyon sistemleri ile entegrasyon edilebilmektedir. Verimliliği artıran ve zaman kaybını azaltan bu makineler, işlenen malzemelerin yüzey kalitesini de iyileştirmektedir [8]-[10]

CNC'lerin (bilgisayarlı sayısal kontrol yönlendirici makineler) kullanılmaya başlanmasıyla birlikte mobilya sektörü çok hızlı büyüyen bir pazar haline gelmiştir. Masif ahşap ve masif panellerin çok yüksek miktarlarda tüketildiği bu pazarda üretim kapasitesi hızla artarken işçilik ve genel maliyetlerde azalma meydana gelmiştir [11].

Üretim süresince çoğunlukla akla ilk gelen ahşapın karakteristik durumudur. CNC makineleri diğer ahşap işleme yöntemlerine göre çok fazla kullanım alanına sahiptir. Bıçak cinsi, kalınlık, tür gibi çeşitlilik gösteren farklı kesiciler ile ahşap malzemeler üzerinde işlemler yapılmaktadır. Makina ile yapılan çalışmalarda çeşitli lifli materyaller ile masif ahşap malzemenin işlenmesinde kesicilerde de farklı aşınma ve yıpranmalar görülür. Bunun neden olduğu olumsuzlukları ve kesicilerin daha uzun ömürlü kullanımı için dolayısıyla daha düzgün yüzey sağlayabilmek adına CNC makinasının bazı işleme parametrelerinde düzenleme yapılmalıdır [12]. Bununla birlikte maliyet ve üretimdeki süreyi azaltmak için kesicilerin kaliteli bir işleme yapması gerekir. Bu da CNC makinasının işleme parametrelerinde bazı düzenlemeler ile meydana getirilebilir [13].

Ahşabın üst yüzey işlemlerine, boyama, zımparalama, vernikleme, kaplamaya en uygun hale getirilmesi ve daha iyi sonuçlar için yüzey pürüzlülüğü ve ıslanabilirlik gibi

malzemelerin yüzey kalitelerini tanımlayan parametrelerin en doğru şekilde belirlenmesi son derece önemlidir [8], [14], [15].

Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemli faktörler; ağaç türü, yoğunluk, sertlik, rutubet gibi malzemedan kaynaklanan faktörler ile kesici bıçak çapı, bıçak şekli ve çapı gibi malzeme özellikleri olarak sınıflandırılır. Devir sayısı, adım sayısı, kesme derinliği ve ilerleme hızı da yüzey pürüzlülüğüne etki etmektedir [16]. Ahşap yüzey ile su, yapıştırıcı, boya ve vernik gibi sıvı maddeler arasındaki biyolojik etkileşimi tanımlayan yüzey ıslanabilirliği, geleneksel olarak temas açısı ile belirlenir ve küçük açılar daha iyi ıslanabilir yüzeyi ifade eder [17]-[20]. Ahşabın yüzey ıslanabilirliğini etkileyen en önemli faktörler; ağaç türü, rutubet, lif yönü, polarite, pH, yüzey pürüzlülüğü, ahşabın yaşlanması ve işlenmesidir [15], [21]-[23].

Islanabilirlik ile ilgili olarak ısıtma işlemi görmüş malzemeler üzerinde yapılan analizler sonucunda malzemenin suyla teması sonucu oluşan etki azalmakta ve ıslanabilirlik özelliğini düşürmektedir. Yüzey daha kapalı bir hal alır ve suyu itme özelliğinde artış oluşacaktır. Bunun sonucunda bazı kimyasal durumlar ile tutkal odun bağı sağlanamamaktadır [24].

1.1. CNC TEKNOLOJİSİ

1.1.1. Bilgisayarla Bütünleşik Üretim

Ortaya çıkan ürünlerin hızlı değişimiyle birlikte bütün durum müşteri pazarı ve müşterilere özel yapılan ürünlerin çeşitliliği çevresinde toplanmaktadır. İşletmeler bu duruma ayak uydurmak için farklı ve uygun bir üretim prosesine sahip olmalıdırlar. Bilgisayarla bütünleşik üretim ile birlikte kendi kapasitesi doğrultusunda seri üretime yönelmektedir. Bunun sonucunda daha ekonomik ve hata payı daha düşük imalatlar elde edilmektedir. Bilgisayarla bütünleşik üretim ile farklı yenilikçi teknolojileri kullanarak insan-makine ilişkisini en üst seviyede tutmaktır. Bunun sonucunda işletme verimli ve karlı bir üretim sağlamaktadır.

Yüksek üretim teknolojileri, imalat esnasında farklı ve yenilikçi üretim tekniklerini, bilgisayar ile desteklenmiş makineleri, elektronik ve yeni uygulamaları kapsamaktadır. Rekabet ortamının olduğu günümüzde yüksek üretim teknolojileri ile verimlilik ve kalite artmakta, maliyet azalmaktadır [25].

Bilgisayarla bütünleşik üretimde yüksek üretim teknolojilerinin başlangıcı olarak kabul edilen sayısal kontrollü tezgahlar en önemli rolü üstlenmektedir. Daha sonraki dönemlerde bilgisayarın üretim ve planlama da aktif durumda olmasıyla bilgisayarlı sayısal denetimli tezgahlar kullanılmıştır. Bunun sağladığı faydalarla ile üretim planlaması daha kolay ve eksiksiz yapılmaktadır [26]. Bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretimin (CAM) uygulanması sonucunda tasarlanacak olan ürünün daha kısa sürede gerçekleştiği ve bunun imalatının da hızlı bir şekilde olduğu görülmektedir [27].

Yüksek üretim teknolojileri işletmelerde aşağıdaki gibi belirtilmektedir [28].

1. Bilgisayar Destekli Tasarım
2. Bilgisayar Destekli Üretim
3. Bilgisayar Tümüleşik Üretim
4. Bilgisayar Destekli Süreç Planlama
5. Robotlar
6. Hücreyel İmalat Sistemleri ve Grup Teknolojisi
7. Bilgisayarlı Sayısal Denetim
8. Esnek Üretim Sistemleri
9. Malzeme İhtiyaç Planlama
10. Tam Zamanlı Üretim

Bilgisayarla bütünleşik üretim; yüksek teknolojiye dayalı sistemler kullanılarak; ürün-süreç tasarımı, planlama-denetim, üretim süreçleri gibi üretimle ilgili işletme fonksiyonlarını gerçekleştirir. Farklı bilgisayar destekli sistemlerin birleşmesinden oluşan bilgisayarla bütünleşik üretim; personel, tasarım maliyetlerinde, tasarım ve üretim sürelerinde, maliyetlerinde ve stoklarda düşüş, kapasite kullanım oranında, kalitede, verimlilikte artışlar meydana getirir.

1.1.2. CNC Teknolojisi ve Ahşap Endüstrisindeki Yeri

CNC teknolojisi günümüzde imalat sektörünün en önemli parçasıdır. Bilgisayarlı sayısal denetim diye tanımlanan teknoloji günden güne gelişmektedir.

CNC teknolojisinde kullanılan makinalar; kesme, oyma, delme ve diğer makinalarda olduğu gibi mekanik işler için kullanılır. Kullanıcı komutuna dayalı olarak belirli nesneleri [29] kontrol etmek, ayrıştırmak ve yürütmek için kullanılan bilgisayar teknolojisiyle birlikte CNC makinelerinin kullanılması artan üretimi büyük ölçüde etkilemektedir [30].

CNC makineleri endüstride yaygın olarak kullanılan gelişmiş makinalardır. CNC ile çoğunlukla lazer, bıçak veya frezeleme matkapları kullanarak akrilik, cam, ahşap ve plaka üzerinde nesneler oluşturulabilmektedir. Düşük maliyetli ve yüksek performanslı CNC makineleri üretmek amacıyla CNC makinelerinin imalatı ve algoritmalarının temelleri üzerine yaygın araştırmalar yapılmaktadır [31].

Bununla birlikte CNC teknolojisi ile üç boyutlu işlemler, kabartmalar ve müzik aletlerinin hızlı bir şekilde üretilmesi rahatlıkla yapılmaktadır. Günümüz teknolojisinde talaşlı imalatı CAD-CAM programlarıyla birlikte CNC kullanımı artmaktadır. 3 boyutlu modeller kolaylıkla oluşturulabilmektedir. CNC teknolojisiyle yapılan işlemler simüle edilmekte ve üretim sürecinde oluşacak muhtemel hatalar önlenabilmektedir. Maliyetler ve işlem süreleri düşürülebilmektedir [32].

CNC takım tezgahları, günümüzde ahşap teknolojisinde hayati bir rol oynamaktadır, Endüstride daha verimli ve güvenilir bir üretim için yüksek teknoloji makinalara ilgi artmaktadır. CNC teknolojisi kullanım üretkenliği açısından büyük avantajlara sahiptir. Bununla birlikte toplam maliyetleri, tezgahın maliyeti, parça maliyeti, işletme bakım masrafları gibi yüksek maliyeti vardır. Yüksek üretim miktarlarına uygun ürünler elde edilebilir. İstenilen parça geometrisine uygun şekilde üretim yapılmaktadır [33]. Ahşap malzemenin işlenmesini kolaylaştırmak için, CAM yazılımlarından yararlanılmaktadır. Modelleme, cnc uygulamasından önce hazırlık aşamaları, tasarım aşamaları gibi süreçlerden oluşur. CNC işlemlerinde maksimum verimlik ve son ürün kalitesi için optimum parametrelerin elde edilmesinde CAM programları önemlidir [34], [35].

Endüstriyel alanın her yerinde olduğu gibi ahşap endüstrisinde de uygulama imkanları çok geniş olan CNC ler için CAD-CAM sistemleri önemli bir parçadır. Ahşap endüstrisinin ana elemanı olan mobilyaların tasarımı ve üretimi için bilgisayar destekli uygulamalar genellikle CNC ler ile uygun CAD-CAM programlarında elde edilmiştir. Bunların dışında müzik aletleri gibi enstrimanlarda da rastlanılmaktadır. Bu aletlerin tasarımından üretimine kadar bu CAD-CAM programları önemli yer edinmektedir. Masif

ahşap, levhalar ve laminatların dışında bu ensturmanların imalatında optimum parametreler fayda sağlamaktadır.

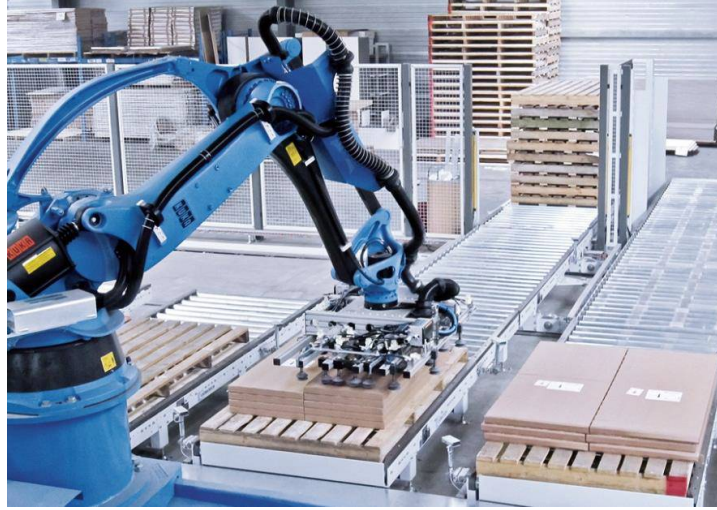
Yüksek Teknolojili CNC makinalarıyla üretimin gerçekleştirilmesi için bazı CAD-CAM programlarına gerek vardır. CNC ler için gerekli olan g kodları bu yazılımlar ile üretilmektedir. Yüzlerce satır sayısına sahip bu kodlar ile CNC ler işlem görmektedir. Ahşap endüstrisi için çok geniş kullanım çerçevesine sahip olan CNC ler için geliştirilmiş yazılımlar vardır. Bunlardan bazıları Alphacam, Artcam, Pegasuscam, Solidcam, Top solid gibi programlardır. 3D modelleme programlarından; rhinoceros 3D, Sketchup ve 3D max programları yaygın kullanılmaktadır.

Üretimde gerekli olan CAD-CAM yazılımları, ürünün dizaynı, planlaması, zaman planlaması, programlama dili, işleme parametreleri, simülasyon gibi fonksiyonları düzgün ve hatasız bir şekilde oluşturmaktadır. CAD ile yani bilgisayar destekli tasarım uygulamalarında 2D ve 3D çizimler ve tasarımlar elde edilmektedir. Bunlar ile işlem göreceğ parçanın tasarlanması ve çiziminde değışiklikler yapılmaktadır. CAM için yani bilgisayar destekli üretim için ön hazırlık aşamasıdır. Çoğunlukla Autocad programı kullanılmaktadır.

1.1.3. Endüstri 4.0 Analizi

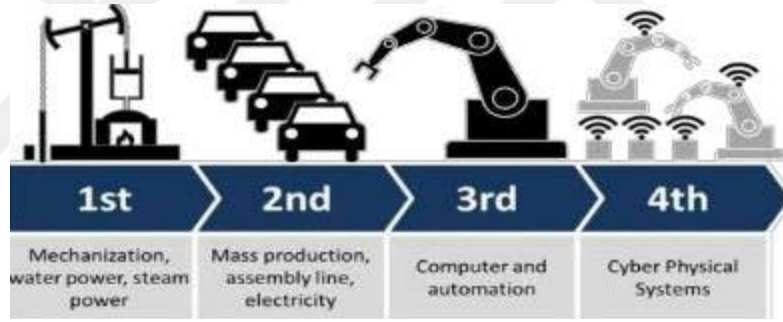
Endüstri 4.0, genellikle üretim tesisleriyle ilgili olduğ bilinsede mühendislik pazarlama ve yönetim organizasyonun da ayrılmaz parçalarındandır. Dördüncü sanayi devrimi diye adlandırılan müşteri ve tüketicilerin beklentileri, ihtiyaçlarını belirlemede ve bunları analiz etmede yardımcı olmaktadır. Bunları yaparken de maliyetleri en uygun biçimde düzenleyip en kısa sürede ve kaliteli iş kapasitesine ulaştırmaktadır. Yapılan incelemelere bakıldığında asıl bilinmesi gereken esneklik, değeri oluşumu, kitlesel kişiselleştirmedir [36], [37].

Günümüzde yeni nesil mobilya üretimi insangücü kullanılmadan son teknoloji makinalar ile gerçekleştirilir. Şekil 1.1’de ahşap endüstrisinde kullanılan robot sistemleri gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Ahşap endüstrisinde kullanılan robot sistemleri [38].

Robot işlemleri, döndürme üniteleri, besleme ve taşıma sistemleri ana makineye bağlanarak onları insansız üretim merkezlerine dönüştürmektedir. Şekil 1.2’de endüstri 4.0 gelişim aşaması gösterilmiştir



Şekil 1.2. Endüstri 4.0 gelişim aşaması [38].

Şekil 1.2’de görüldüğü gibi endüstri 4.0 gelişim süreci; sanayi devrimi Endüstri 1.0’ı üretimin makineleşmesiyle başlamaktadır. Bunu hemen sanayi devrimi yani Endüstri 2.0’ı üretimin serileşmesi takip etmektedir. 3. sanayi devrimi yani Endüstri 3.0’ı üretimin otomasyonu ve sayısallaşması diye nitelendirebiliriz. Sanayi devriminin son aşaması yani Endüstri 4.0 oluşmaktadır. Endüstri 4.0 yapı olarak üç şekilde gelişmektedir. Bunlardan birincisi nesnelerin interneti ikincisi hizmetlerin interneti üçüncüsü ise siber-fiziksel sistemleri olarak sıralanmaktadır. Endüstri 4.0 ile tasarımda da büyük yenilikler ve gelişmeler oluşacaktır. 3 boyutlu mobilya tasarımları ve üretimi gerçekleşecektir. 3D yazıcılar ile üretime kolaylık ve hata oranının sıfıra indirildiği sistemler meydana getirilecektir. 3D yazıcılar tamamlayıcı özellikleriyle mobilya endüstrisinde çok büyük yer edinmektedir. Üç boyutlu mobilya tasarımında ileride değişik yöntemler uygulanacak

ve üretimler daha gelişmiş bir hal alacaktır. Bununla birlikte farklı parçaların üretiminde malzeme ilavesi ile üretim yapmak esnek çalışmayı geliştirmektedir. Şekil 1.3'te gelecekte 3D mobilya tasarımı gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Gelecekte 3d mobilya tasarımı [38].

AİMSAD raporuna göre ülkemizdeki ağaç işleme makinalarıyla ilgili bazı bilgiler aşağıda verilmiştir. Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu (GTİP) tanımları belirtilen ağaç işleme makineleri sektörü ürünleri temel alınarak düzenlenmiştir. Çizelge 1.1'de çeşitli makinaların gtip numaraları ve ürün grupları gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Çeşitli makinaların gtip numaraları ve ürün grupları [39].

846510	Çeşitli Makina İşlemlerini Bu işlemler arasında alet değiştirmeden yapan makinalar
846510	İşleme merkezleri
846591	Testere makinaları
846592	Planya, freze veya keserek kalıplama makineleri
846593	Taşılama, zımparalama veya parlatma makineleri
846594	Bükme veya birleştirme makinaları
846595	Delik açma veya zıvanalama makinaları
846596	Yarma, dilme veya soyarak yaprak halinde açma makineleri
846599	Diğerleri

AİMSAD verileri üzerinden tahmini üretimler belirlenmiştir. İhracat ve ithalat verileri ise TÜİK'in verilerinden alınmıştır. Üretim ile ihracatın toplamının ihracat ile farkından ise ülke içindeki satışlar elde edilmiştir. Çizelge 1.2'de Türkiye'de ağaç işleme makineleri sektörünün 2015 – 2020 yılları genel durumu gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye’de ağaç işleme makineleri sektörünün 2015 – 2020 yılları genel durumu (USD) [39].

Genel Durum	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Üretim	164.190.000	164.190.000	164.190.000	164.190.000	164.190.000	164.190.000
Değişim (%)	181.194.074	181.194.074	181.194.074	181.194.074	181.194.074	181.194.074
İhracat	209.552.110	209.552.110	209.552.110	209.552.110	209.552.110	209.552.110
Değişim (%)	238.396.493	238.396.493	238.396.493	238.396.493	238.396.493	238.396.493
İthalat	217.814.764	217.814.764	217.814.764	217.814.764	217.814.764	217.814.764
Değişim %	254.554.258	254.554.258	254.554.258	254.554.258	254.554.258	254.554.258
Yurtiçi Satış	-13,38	-13,38	-13,38	-13,38	-13,38	-13,38
Değişim (%)	10,36	10,36	10,36	10,36	10,36	10,36
İhracatın İthalatı Karşılama Oranı	15,65	15,65	15,65	15,65	15,65	15,65
Dış Ticaret Dengesi	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76

Türkiye Ağaç İşleme Makineleri Üretimi AİMSAD üyelerinin bilgileri doğrultusunda hazırlanan imalat verilerine göre 2020 yılındaki miktarın 2019 yılındaki üretim miktarına göre yaklaşık olarak %17 gibi artış rakamıyla 255 Milyon USD olarak hesaplanmıştır. Bir diğer durum ise 2020 yılındaki ihracat olmakla birlikte Türkiye Ağaç İşleme Makineleri İhracatı toplamda 2019 yılına göre %12 artış göstererek 110 Milyon USD civarındadır. Çizelge 1.3’te ihracatta Türkiye ağaç işleme makinelerinin durumu ve ürün çeşitliliğine göre dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 1.3. İhracatta Türkiye ağaç işleme makinelerinin durumu ve ürün çeşitliliğine göre dağılımı (USD) [39].

GTİP	2016	2017	%	2018	%	2019	%	2020	%
846510	8.117.881	10.419.489	28,4	13.084.920	25,6	12.247.254	-6,4	23.353.770	90,7
846520	-	746.077	-	1.667.670	123,5	2.031.035	21,8	2.342.566	15,3
846591	20.316.155	23.218.666	14,3	26.477.228	14,0	29.425.998	11,1	31.732.819	7,8
846592	9.973.951	10.032.874	0,6	14.734.192	46,9	11.593.571	-21,3	10.572.205	-8,8
846593	2.323.070	2.536.306	9,2	4.536.991	78,9	4.437.361	-2,2	3.411.923	-23,1
846594	5.522.739	5.204.021	-5,8	7.622.847	46,5	7.369.118	-3,3	5.070.421	-31,2
846595	2.456.670	3.744.870	52,4	5.193.887	38,7	4.193.593	-19,3	3.680.037	-12,2
846596	1.982.112	1.619.721	-18,3	1.877.725	15,9	1.296.544	-31,0	1.252.512	-3,4
846599	19.973.111	26.298.820	31,7	27.315.032	3,9	25.338.844	-7,2	28.042.078	10,7
TOPLAM	70.665.689	83.820.844	18,6	102.510.492	22,3	97.933.318	-4,5	109.458.331	11,8

İthalatta 2020 verilerine göre ülkemizde ağaç işleme makinaları 2019 yılına göre % 4,5 azalma göstererek 46 Milyon USD civarındadır. Bununla birlikte Türkiye Ağaç İşleme Makineleri yurtiçi 2020 satış rakamları 2019 yılına göre %13 artış göstererek 191 Milyon USD’dir. Çizelge 1.4’te ithalatta Türkiye ağaç işleme makinelerinin durumu ve ürün çeşitliliğine göre dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 1.4. İthalatta Türkiye ağaç işleme makinelerinin durumu ve ürün çeşitliliğine göre dağılımı (USD) [39].

GTİP	2016	2017	%	2018	%	2019	%	2020	%
846510	11.423.447	13.232.332	15,8	8.005.839	-39,5	12.040.529	50,4	5.980.817	-50,3
846520	-	3.550.999	-	3.007.289	-15,3	648.508	-78,4	1.850.991	185,4
846591	13.688.345	13.616.288	-0,5	11.147.380	-18,1	4.849.648	-56,5	9.614.993	98,3
846592	5.762.597	4.873.544	-15,4	3.461.464	-29,0	2.713.874	-21,6	2.852.074	5,1
846593	3.967.870	4.960.894	25,0	6.354.469	28,1	4.079.595	-35,8	5.016.171	23,0
846594	6.193.189	3.465.584	-44,0	2.649.882	-23,5	13.059.999	392,9	1.584.817	-87,9
846595	7.142.809	6.592.932	-7,7	5.255.241	-20,3	2.735.909	-47,9	4.911.636	79,5
846596	2.930.675	2.928.297	-0,1	1.650.559	-43,6	2.397.731	45,3	3.670.511	53,1
846599	23.498.994	14.508.972	-38,3	19.966.803	37,6	5.800.192	-71,0	10.663.515	83,8
TOPLAM	74.607.926	67.729.842	-9,2	61.498.926	-9,2	48.325.985	-21,4	46.145.525	-4,5

1.2. AMAÇ VE KAPSAM

Bu çalışmada modern ve geleneksel yaklaşımın birarada uygulandığı yapı olan Artvin Şehitlik Köyü Cami konstrüksiyonu, mimari süslemeleri, ahşap uygulamaları yapılmıştır. Ahşap süslemeler ve uygulamalar Amasya’da bulunan Mehmet Paşa Cami’sinin minberi örnek alınarak tamamlanmıştır.

Erken Osmanlı Dönemi’ne ait olan Amasya Mehmet Paşa Cami motiflerini ve özellikle minberini Artvin ilinde bulunan Modern mimaride inşa edilmiş Şehitlik Köyü Cami’sine uygulamak amaçlanmıştır. Tamamıyla mermerden yapılmış eserler, yüksek teknoloji CNC olanaklarından yararlanılarak ahşaba işlenmiştir. Günümüzde bu işlemlerde genellikle sapelli ağacının kullanıldığı bilinmektedir. Bu nedenle genel hatlarıyla sapelli ağacının kullanıldığı ve renk-dekoratiflik katmak maksatıyla yerli dişbudak ağacını da ekleyerek farklı bir eser yapılmıştır. Yapılan bu eserle birlikte iç mekanda ve dış mekanda bunların dışında birkaç ağaç türünün de kullanılabileceği farklı ağaç türleri de incelenmiştir.

Modern mimaride yapılan bu esere, tarihi kültürel değere sahip erken dönem Osmanlı motiflerini barındıran işlemler ve inşasının yanı sıra günümüz CNC teknolojisini kullanarak üretimler gerçekleştirilmiştir. Ağaç türlerine göre CNC parametrelerini düzenlemek, yüzey pürüzlüğü ve ahşap malzemenin ıslanabilirlik derecelerini, parametrelere göre harcanan elektrik enerjisini ve süresini belirlemek maksadıyla çalışmalar yapılmıştır. Ağaç türleri olarak iroko, sapelli, ceviz dişbudak ve ladin kullanılmıştır. CNC parametreleri olarak 3 farklı kalınlıkta bıçak (3mm, 6mm ve 8mm düz uçlu) 3 farklı devir hızı (12000, 15000 ve 18000 devir/dak.) ve 3 farklı kesme hızı (3000, 6000 ve 9000 mm/dak.) kullanılmıştır.

2. CAMİLER

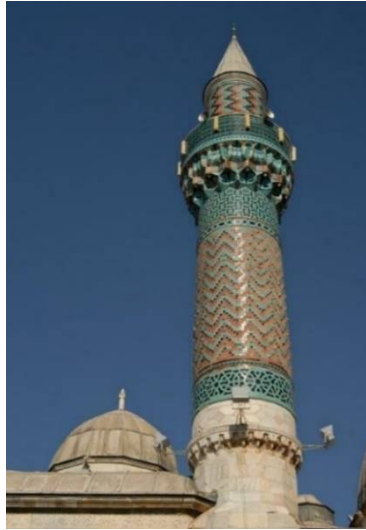
2.1. CAMİ MİMARİSİ

2.1.1. Camilerdeki Ana Mimari Elemanlar

Camilerimizdeki ana mimari yapılar minare, avlu, ibadet mekanı, son cemaat mahalli ve şadırvan olarak bilinir.

2.1.1.1. Minare

İslamiyette ibadete çağırmak için ve etraftaki müminlere sesi olabildiğince uzaklara duyurabilmek için balkon gibi yeri (şerefe) de olan yüksek veya yüksekçe bir kuledir ki buradan çağrı yapılır, yani ezan okunur [40]. Farklı kültürlere yayılan İslam diniyle, her toplum kendi tapınma yapısını oluşturmuş, kendilerine özgü minare çeşitleri görülmüştür [5]. İslam bölgelerinde mimarinin ana elamanlarının en önemlisi olan cami ve mescitlerin en belirleyici kısımlarından biri olan minare simgesel bir durum teşkil eder. Minare, bulunduğu zamana ve bölgeye üslup özellikleri açısından çok değerler katarak bazı eserleri o bölgede daha da önemli kılar. Bununla birlikte diğer kısımlara nazaran minare, görsel ve konumsal olarak daha ön plandadır [41].



Şekil 2.1. İznik Yeşil Cami minaresi.

2.1.1.2. *Avlu*

Camilerde genellikle aynı aks üzerinde, kuzey-güney yönlü konumlanmış iki mekanın varlığı söz konusudur. Bu mekanlardan kuzeydeki avludur. Avlu genellikle güneydeki ibadet mekanından daha büyük ve/veya yüksektir [42]. Avlu, camilerde yapının veya yapı grubunun ortasında kalan açık alana denmektedir. Bu alan cami yapısını dışarıdan sararak yerleşme alanlarından ayırır. Avlunun, günlük hayatın geride bırakıldığı, ayrı bir dünyaya girildiği hissi uyandırdığından bahsedilmektedir [5].

2.1.1.3. *İbadet Mekanı*

İbadet mekanı; çiniler ve kalemşileri ile diğer mekanlardan daha yoğun bir süsleme kompozisyonuna sahiptir. İbadet mekanı namaz kılınmak için tasarlandığı için diğer mekanlarla arasındaki farkı göstermek için kot farkı ve süslemesi yoğundur. Bununla birlikte örneğin Tabhaneli camilerde ibadet mekanı ve avlunun birbirlerine göre oranları yapıdan yapıya farklılık göstermektedir. Avlu büyük ibadet mekanı küçük olabileceği gibi, bazen de bunun tam tersi bir durum söz konusu olabilir. Bu farklılık erken tarihli yapılarda daha çok görülürken dönem ilerledikçe bu durum ortadan kalkmaya başlamıştır [42].

2.1.1.4. *Son Cemaat Mahalli*

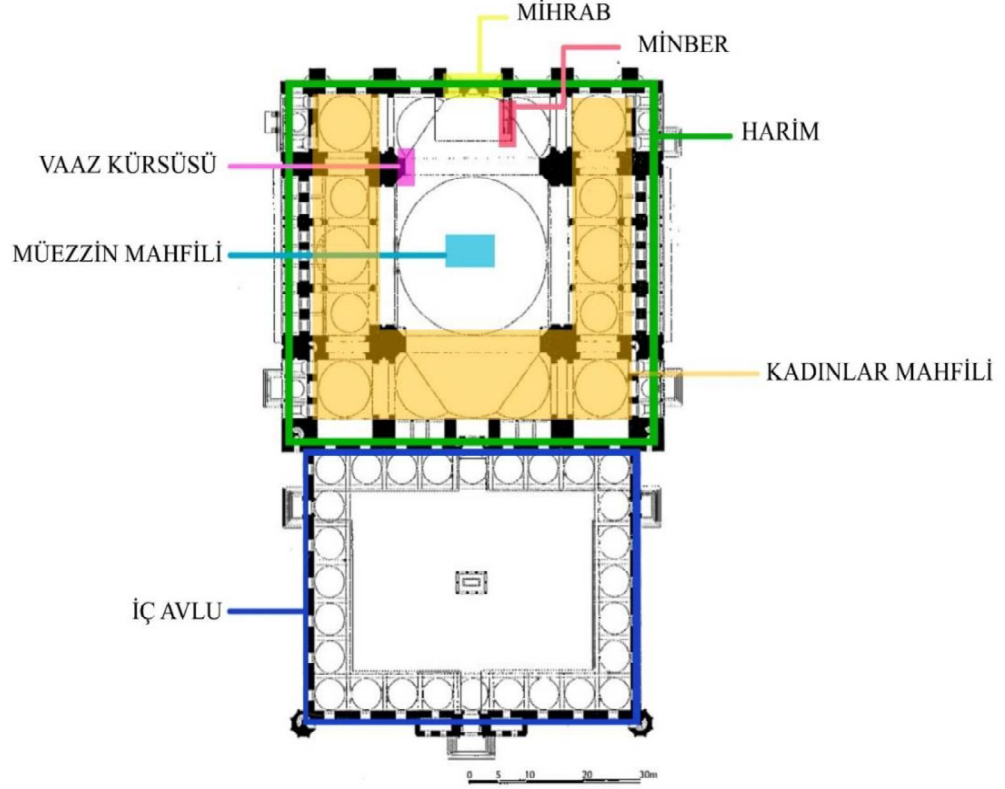
Son cemaat yeri, insanların namaza geç kalma durumlarında ve içeride yer kalmaması durumunda, temiz bir yerde namaz kılmaları için oluşmuş işlevsel bir mekandır. Avludan zemininden birkaç basamak yüksekte bulunan üzeri örtülü ve revaklarla çevrilmiştir. Bir ara mekan, geçiş görevi üstlenen bu mekanlar Osmanlı Dönemi camileri örneklerinde sıkça görülmektedir. Son cemaat yeri caminin ibadet mekanına giriş kısmındadır.

2.1.1.5. *Şadırvan*

Abdest almak, el yüz ayak gibi uzuvlara belli kurallar dahilinde suyla yapılan bir temizlik şeklidir. Namazın kılınabilmesi için gerekli şartlardan biridir. Bu gerekliliğin yerine getirilmesi için camilerde abdesthane ve şadırvanlar bulunur. Bunlar üstü açık ve kapalı mekanlar olmak üzere çeşitlilik gösterirler [5].

2.1.2 Camilerdeki İç Mekan Elemanları

Camilerimizdeki iç mekan elemanları mihrap, minber, vaiz kürsüsü, kadınlar mahfili, müezzin mahfilidir. Şekil 2.2’de Süleymaniye Cami iç mekan planı gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Süleymaniye Cami iç mekan planı [5].

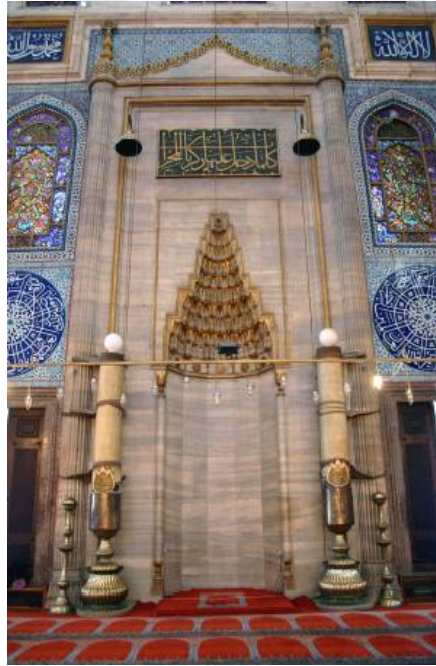
2.1.2.1. Mihrap

Mihrap cami ve mescitte cemaatle namaza durulduğunda kible yönünde imamın duracağı noktanın karşısına denir. Topluluk saf saf dizildiğinde imam bir secdelik yer kadar tek olarak önde durduğundan imamın önündeki duvarın içine doğru küçük bir derinlik yapılır. Bu derinlik sayesinde ki cemaat bir saf fazla durabilir. Mimar Sinan'ın camilerinde mihraba çok özenilmiş ve süslemelerle birlikte hiçbir mihrabını sade yapmamıştır. Yani tezyini mihrapta esas kabul etmiş, ama caminin genelindeki tezyin ile ters orantıda yapmıştır. Mermer işlemeciliğinin en güzeli, mermerin en güzeli, çininin en güzeli yani tezyin sanatının bütün inceliklerini mihraba resmetmiştir. Çünkü mihrap huzurda durulan yerdir [40].

Mihrapların genelde dikdörtgen bir çerçeve içerisinde bazen sivri kemerli ve mukarnas kavsaralı, bazen sadece sivri kemerli, kısmen de yuvarlak kemerli olarak düzenlenmişlerdir. Niş oyuklarının ise çoğunlukla yarım yuvarlak planlı olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra dikdörtgen planlı nişlere de rastlanılmaktadır. Malzeme olarak taş malzemenin ağırlıkta olduğu, bunu çini malzemenin takip ettiği söylenebilir. Az sayıda da olsa tuğla ve alçı malzemenin kullanıldığı mihraplar da bulunmaktadır.

Dış dikdörtgen çerçeveleri büyük çoğunlukla sade ve süslemeli bordürlerle çevrelenmiştir. Bitkisel, geometrik ve yazı kuşaklarıyla süslenen bordürlerin ters “U” şeklinde nişleri kuşattığı görülmektedir. Kemer yüzeyleri, köşelikleri ve kemer alınlıkları da benzer şekilde bezenmiştir. Alınlıklar da bazen kitabelere yer verilmiştir. Genelde iki yandan süslü yuvarlak gövdeli sütuncelerle sınırlanmışlardır. Bu görünümleriyle bir nevi taçkapı minyatürü formu kazanmışlardır [43].

İslâm mimarisinin erken dönemli (8.-9.yy) mihrap örneklerinin sayıca az olması ve bunların da genellikle temel seviyesinde yıkık oluşu malzeme ve teknik konusunda değerlendirme yapılmasını sınırlandırmaktadır. Ancak 10.-14.yy mihraplarından günümüze yeterli sayıda mihrap gelmiş olup bunlar malzeme ve teknik açısından yeterli değerlendirme imkânı taşımaktadır. Buna göre 8. ve 9.yy örneklerinde az sayıda taş mihraba rastlanırken, sonraki dönemlerde taşın kullanılmadığı, taş malzeme yerine alçı, lüster çini, sırlı-sırsız tuğla, ve ahşabın kullanıldığı görülür. Bu mihrapların tezyinatında zengin bir süsleme anlayışı görülür. Bu mihrapların tezyinatında, bitkisel kompozisyonlar ve yazı önemli bir yer tutarken geometrik kompozisyonlara daha az rastlanmaktadır.



Şekil 2.3. Süleymaniye Cami mihrabı.

Anadolu Türk Mimarisi mihrapları, Dikdörtgen çerçeveli, kemersiz veya basık sivri kemerli, mukarnaslı kavsaralı, köşeleri sütunçeli, dikdörtgen, çokgen veya çift nişli bir sema ile uygulanan mihrapların büyük kısmı kesme taş ve mozaik çini, çok azı da alçı

malzeme ile inşa edilmiş olup bu mihrapların tezyinatında geometrik motifler ve bitkisel formlar kullanılmıştır. 14.yy başlarından itibaren Bursa ve Edirne’de inşa edilmiş mihraplarda doğu kaynaklı bir Selçuklu etkisinden bahsedilmektedir. Anadolu Selçuklu dönemi ve Osmanlı döneminde ahşap, alçı, mermer ve taş olmak üzere pek çok malzeme mihrap mimarisinde kullanılmıştır. Bu dönemde alçı malzeme de kullanılmıştır.

Erken dönem Osmanlı mihraplarının büyük bölümü alçı malzeme ile inşa edilmiş olup taş ve mermer ile çini malzemeli örneklerle de karşılaşılmaktadır. Osmanlı mimarisinde erken dönem için taş ve mermer malzemenin genellikle baninin yüksek mevkili bir kişi olduğu yapılarda görüldüğünü söylemek mümkündür. Osmanlı Klasik dönem mimarisinde, eserlerin büyük bir kısmı başkent İstanbul’da olmak üzere belirli taşra eyaletlerinde gerçekleştirilmiş olan selâtin külliyesi ile önemli devlet adamlarının yaptırmış olduğu camilerin mihraplarında tasarım ve tezyinat bakımından üslup birliğinin yaşandığı fark edilmektedir. Bu dönem mihraplarında beyaz mermer ana malzeme olarak kullanılmıştır. Geç dönem camilerinde ise sanatta batılılaşmanın etkisi mihrap mimarisine de etki etmiştir [44].

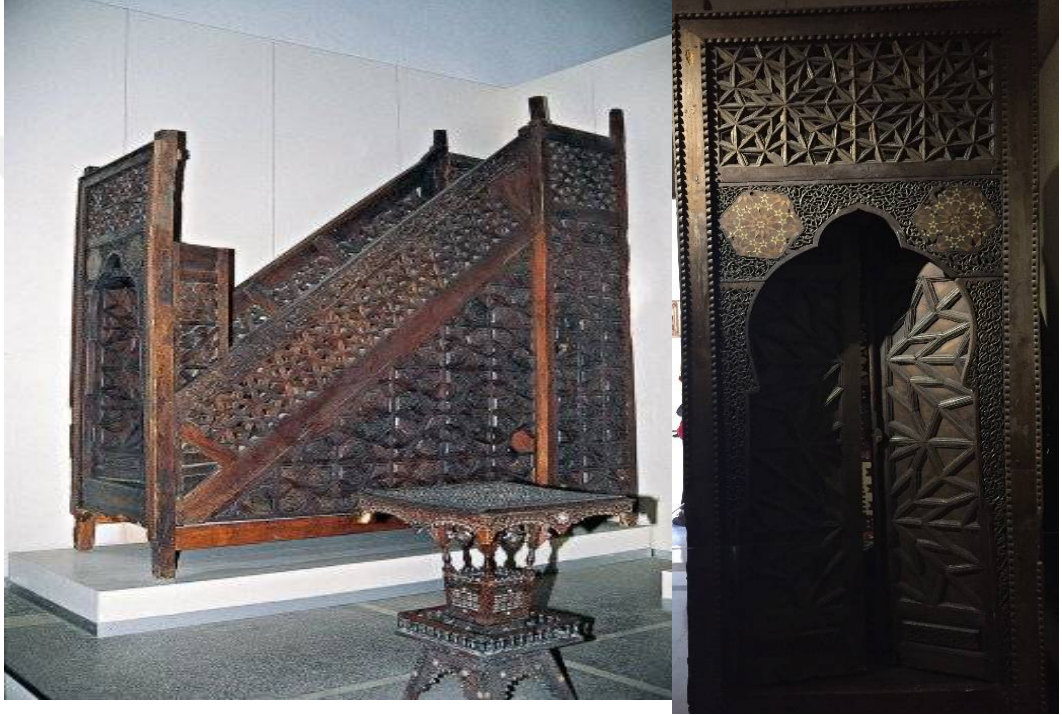
2.1.2.2. Minber

Cuma ve Bayram namazları esnasında din görevlisinin üzerine çıkarak farz olan hutbeyi okuduğu yüksek basamaklı yer olan minber Arapça nebr kökünden türemiş olup “yükselme, yükseltme” anlamlarına gelmektedir [45]. Başka bir ifadeyle minber, cuma namazı eda edilen her camide cuma hutbesi okumak için yapılan, kibleye göre mihrabın sağında olan, zeminde başlayarak merdiven ile çıkılan ve yükseldiğinden yandan bakıldığında dik üçgen şeklinde olan yapıdır. Bu şeklinden dolayı tezyine çok uygundur ve Türk cami mimarisinde zerafete büründürülmüştür. Merdivenin duvarla birleştiği yerde Kuran-ı Kerim bulundurmak için bir köşk kısmı vardır. Mimari anlayışla kubbe ile taçlandırılır. Minber Allah’ın kelimasının okunduğu yer olmasından ötürü güzel estetiğe büründürülür. Minber büyük camilerde mermerden, küçük cami veya mescitlerde ahşaptan yapıldı. Mimar Sinan’ ın minberlerinde kullanılan mermer düz beyaz ve homojendir. İtina ile seçilir ve yan üçgenler fevkaleda tezyinlidir. Hepside mermerdendir [40].

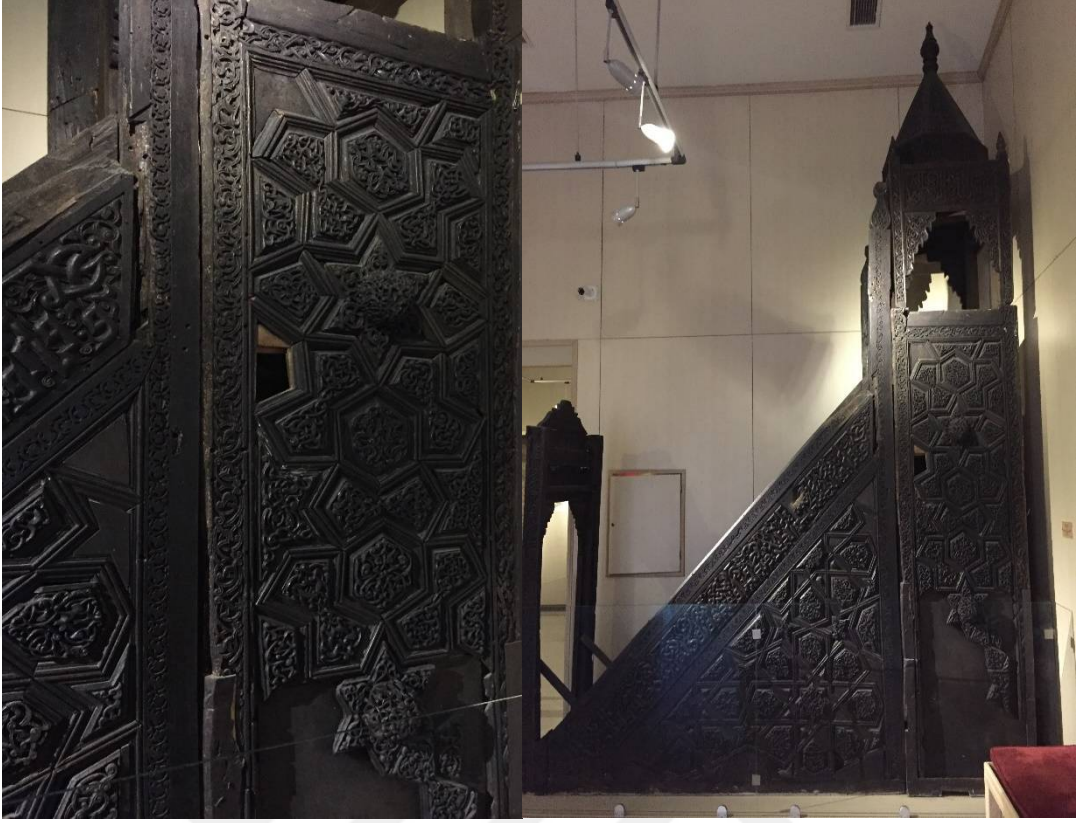
Camide bulunanların hutbe sırasında imamı görebilmesi için işlevsel olarak basamak sayısı arttırılarak şekillenmiştir. Günümüzde, minberin en üst basamağı saygı amaçlı peygamber için ayrılır. Bu yüzden imamlar sondan bir önceki basamakta durarak vaazını

verir (Hasol 2008, s.324). Minbere tarihsel olarak bakıldığında varlığını mihraptan önce camilerde göstermiştir [5].

Klasik diyebileceğimiz bir minber, kapı, gövde ve şerefe (taht-köşk) olarak üç esas kısımdan oluşur. Kapı; yan söveleri, aynalığı, tacı ve kapı kanatlarını ihtiva eder. Ancak Osmanlı Döneminde minberler çoğunlukla mermerden inşa edildiği için kapı kanatları yerini kemerli açıklık şeklinde düzenlenen girişlere bırakmıştır. Gövde; yan aynalıklar, merdiven, korkuluk ve yanlarda şerefe/köşk altı kısımlarından müteşekkildir. Şerefe (köşk-taht) denilen kısımda ise sahanlık, kubbe veya külah ve alem vardır.



Şekil 2.4. Ürgüp Taşkın Paşa Cami minberi 14.yy.

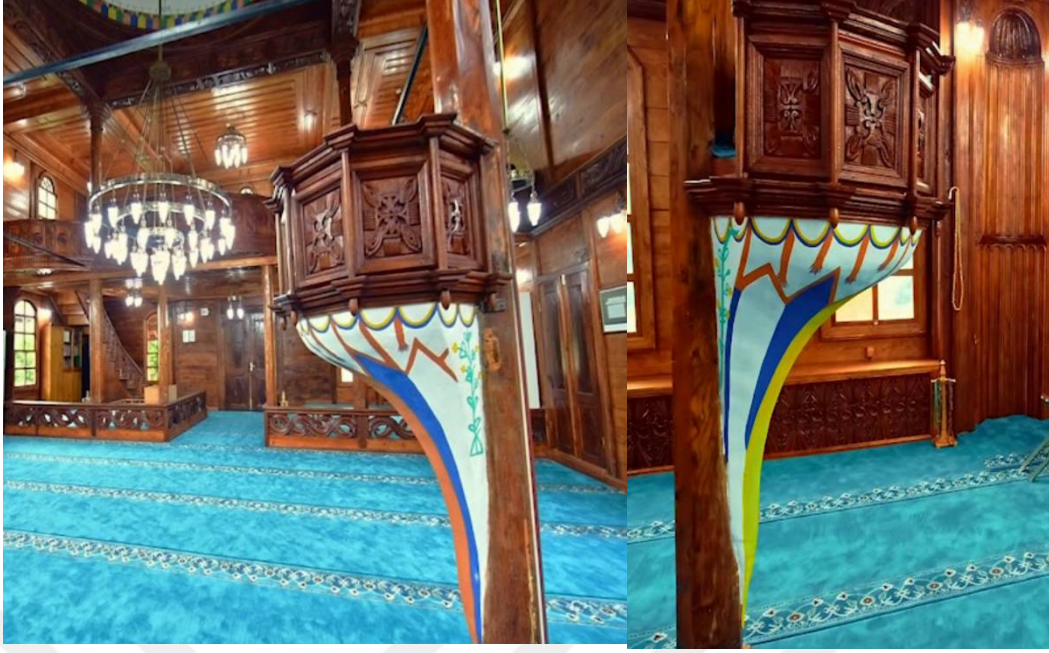


Şekil 2.5. Siirt Ulu Cami minberi 13. yy.

Erken Dönem Osmanlı minberleri gerek form gerekse süsleme özellikleri açısından hem Selçuklu geleneğini devam ettirirler hem de klasik Osmanlı minberini hazırlarlar. Minber formu açısından Erken Dönemde henüz klasik çizgileri tam olarak görmek mümkün değildir. Minberlerde bu dönemde formdan çok, yoğun süsleme programı dikkat çekmektedir. Klasik Dönemde karşımıza çıkacak olan elemanlar ya tam olarak oluşmamıştır ya da hiç yoktur [46].

2.1.2.3. *Vaiz Kürsüsü*

Vaiz kürsüsü; minber ve mihrap gibi iç mekanın tamamlayıcı süslemeli konstrüksiyonudur. Türklerde özellikle cami ve medreselerde vaaz veya ders vermeye mahsus, genelde merdivenle çıkılan bir mimari öğeye verilen isimdir. Türk mimarisinde, kürsülerin örneklerini daha çok Osmanlı döneminde görmeye başlıyoruz. Daha öncesine ait örnekler günümüze kadar ulaşamamış olmasına rağmen, Osmanlılar zamanında bol sayıda yapılmış olan vaiz kürsüleri çok defa hareketli, bazen de duvara veya taşıyıcı bir ayağa bağlı olarak taş, mermer yahut ta ahşaptan sabit biçimde yapılmışlardır [47].



Şekil 2.6. Artvin Camili (Macahel) Cami ahşap vaiz kürsüsü.



Şekil 2.7. Kılıç Ali Paşa Cami vaiz kürsü (Mimar Sinan) [48].

Şekil 2.7’de Kılıç Ali Paşa Cami vaiz kürsüsü gösterilmiştir. Klasik diyebileceğimiz bir vaaz kürsüsü “kürsü ayağı”, gövde “kürsü bedeni / gövdesi” veya “kürsü taşı” ve sedir bölümü yani oturulan kısım ve korkuluktan oluşmaktadır. Korkuluk şebeke ile çevrilidir ve genellikle önünde konuşmacının kitap ve notlarını koyması için bir tabla veya rahle bulunur. Ancak Osmanlı Geç Dönem vaaz kürsüleri form olarak değiştiği için genellikle

klasik özellikleri taşıyanların dışında ayağın yerini kaide almıştır. Gövde ve korkuluk bölümü farklılaşmıştır. Ayrıca hareketli olmayan kürsülere arkalık dediğimiz bölüm eklenmiştir. Bu bölüm kürsüyü vurgulayan bir taç niteliğindedir [49].

2.1.2.4. Kadınlar Mahfili

Kadınlar için ayrılmış, çoğunlukla giriş kısımları farklı yerden olan ve cami ibadet mekanının üst tarafında konumlanmış bölümdür. Burada ki kısımda, süslemeler, kalemişi süslemeler, ahşap teknikleri, taş ve mermer işlemlerle bezenmiş korkuluklar mevcuttur. Bununla birlikte tavan süslemeleri ile ön plana çıkan örneklerde mevcuttur. Şekil 2.8’de Fatih Ortahisar Cami kadınlar mahfilinden bakış gösterilmiştir.



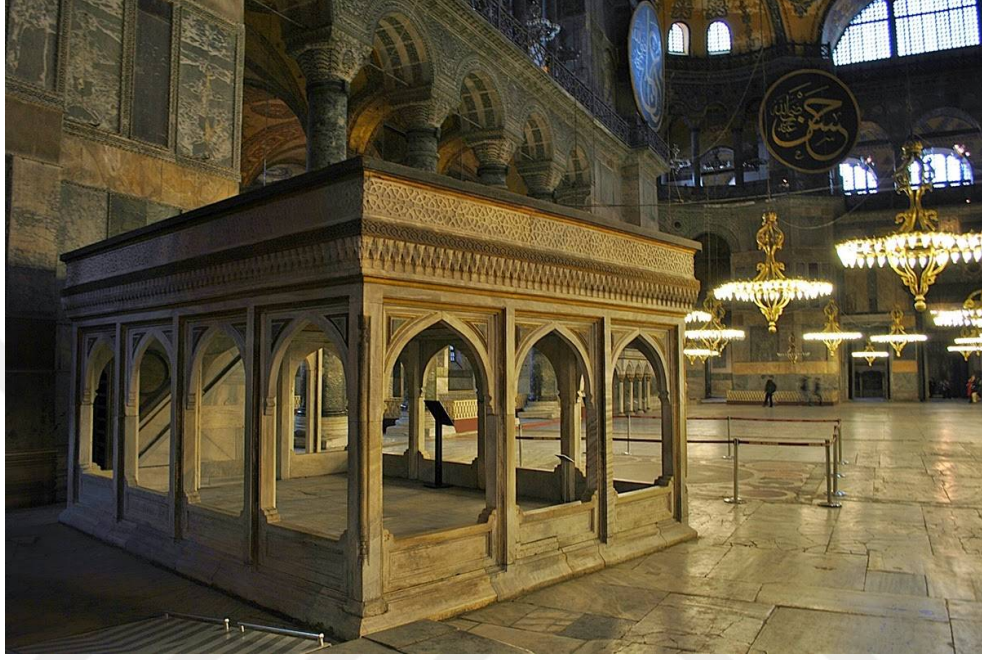
Şekil 2.8. Fatih Ortahisar Cami kadınlar mahfilinden bakış [50].

2.1.2.5. Müezzin Mahfili

Müezzin mahfili kavramı, İslam mimarisinin ilk dönemlerine nispetle iç hacmi genişlemiş olan camilerde, müezzinlerin namazı rahatça takip edebilmeleri, bir arada oturmaları ve seslerinin haremın tamamına ulaşması amacıyla yapılan mahfillerdir. İmanın tekbirlerinin müezzin tarafından tekrar edilmesiyle, çoğunlukla geniş camilerde arka saflarda yer alan müminlerin, daha küçük boyutlu camilerde de medhal sofasında ya da avluda ibadet eden Müslümanların, cemaate uyabilmelerini sağlamak amacıyla inşa edilmişlerdir.

Osmanlı mimarisinde müezzin mahfilleri, esasen müezzinlerin sesinin duyulması için en uygun nokta olan, harem ortasına yerleştirilmemiş, çoğunlukla taç kapı mihrap ekseninin sağına konumlandırılmışlardır. Mahfillerin hem doğrudan göze batmaması hem de orta alana yakın olması gerektiğinden, genel olarak merkezi kubbeyi taşıyan ayaklardan birine

yaslandırılmışlardır. Osmanlı dönemi müezzin mahfilleri ihtiyaca hizmet edecek şekilde fevkanî yapılmış, ancak istisnaları bulunmakla beraber yaygın uygulama olarak, haremın merkezine değil, ana mekânın bütünlüğünü bozmamak adına, taç kapı-mihrap ekseninin sağına konumlandırılmıştır [51]. Şekil 2.9’da Ayasofya Cami müezzin mahfili gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Ayasofya Cami müezzin mahfili [52].

2.2. MİNBER VE MİHRAPLAR

Tarihi ve kültürel mimari öneme sahip minber ve mihraplarımız farklı motifler, süslemeler ile farklı tekniklerle uygulanmışlardır. Anadolu Selçuklu Devleti mihrap ve minberleri, erken, klasik ve son dönem Osmanlı minber ve mihrapları olarak ayrılmaktadır.

2.2.1. Anadolu Selçuklu Devleti Mihrap ve Minberleri

Taş mihrapların Anadolu oldukça yaygın bir şekilde ve sevilerek kullanıldığı bir gerçektir. Sadece Selçuklu çağı camilerinde değil mescitlerinde de taş malzemeli mihraplara rastlanılmaktadır. Ayrıca medrese, türbe, kervansaray, zaviye, köşk gibi yapı birimlerindeki mescit bölümlerindeki mihrapların birçoğu da taş malzemeli olarak düzenlenmişlerdir.

Çinili mihraplar ile de döneminde çok önemli eserler ortaya koyulmuştur. Anadolu Selçuklu devrine ait ilk çinili mihrap Konya Alaaddin Camii’nde (1155-1220) bulunur.

Günümüze sadece dış çerçeve bordürleri ile alınlığındaki kufi hatlı pano gelebilmiştir. Bu dönemden Ankara Arslanhane (Ahi Şerafeddin) Camii (1290)'nin mukarnas kavsaralı mihrap nişi firuze ve patlıcan moru rengindeki çinilerinin alçı malzemeye birlikte sunulması açısından farklı ve özel bir örnek olarak görülür [43].

12. yüzyıl Türk camilerimizde en fazla görülen süsleme şekli, taş süslemedir [53]. Taş süslemeler çoğunlukla harimlerde, mihraplarda ve kubbeye geçiş elemanlarında bulunur. Kuzey cephelerinde taş kapılarda ki bunlar ana kapılardır bunlarda taş süslemeler muazzamdır. Taş süslemeler çoğunlukla geometrik ve bitkisel süslemeler ile yazı şeritlerinden oluşmaktadır. Ayrıca az da olsa mimari elemanlarla yapılan süslemeler ile figürlü süslemeler ve iki renkli taşlarla yapılan süslemelerde rastlanır.

Anadolu Selçuklu döneminde genel hatlarıyla, mihrapta ve taş kapı mihraplarında taş süslemenin zirvesine çıktı söylenebilir. Anadoludaki taş malzemenin zengin içerikli ve istenilen homojenlikte olmasından dolayı işlemler de birer sanat eserine dönüşmüşlerdir. Beyliklerdeki sanat anlayışında farklı eserlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bunların zirvesi sayılabilecek eser de Sivas Divriği Cami olup Mengücekoğulları döneminde yapılmıştır. Taş kapı ve mihraplarındaki ihtişam hat safhadadır. Mukarnas kavsaralı mihrapa sahip olup bitkisel motifler hakimdir. Çizelge 2.1'de mihrapta kullanılan malzemeler (Anadolu Selçuklu) gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Mihrapta kullanılan malzemeler (Anadolu Selçuklu) [43].

	Eserin Adı	Yapılış zamanı	Kullanılan Mihrap Malzemesi	Yapıldığı Dönem
1	Konya Alaaddin Camii	1155-1220	Çini	Anadolu Selçuklu Devleti
2	Ankara Muhyiddin Mesud (Alaaddin-Muradiye-İç Kale) Camii	1197	Taş, Tuğla	Anadolu Selçuklu Devleti
3	Konya İplikçi Camii (Abdalcabbar Mescidi)	12. yüzyıl sonları	Çini	Anadolu Selçuklu Devleti
4	Konya Akşehir Ulu Camii	1213	Çini	Anadolu Selçuklu Devleti
5	Niğde Alaaddin Camii	1223	Taş	Anadolu Selçuklu Devleti
6	Kayseri Huand Hatun Camii	1238	Taş	Anadolu Selçuklu Devleti
7	Kayseri Hacı Kılıç Camii	1249	Taş	Anadolu Selçuklu Devleti
8	Konya Sahip Ata (Lârende) Camii	1258	Çini	Anadolu Selçuklu Devleti
9	Kayseri Yazır Köyü Camii	1269-70	Taş	Anadolu Selçuklu Devleti

10	Nevşehir Gülşehir Kızılkaya Köyü Karaani Hatun Camii	1271-72	Taş	Anadolu Selçuklu Devleti
11	Konya Sadreddin Konevi Camii	1274	Çini	Anadolu Selçuklu Devleti
12	Kayseri Develi Ulu (Sivasti Hatun)	1281	Taş	Anadolu Selçuklu Devleti
13	Kahramanmaraş Arslanhane (Ahi Şerafeddin)	1290	Çini, Alçı	Anadolu Selçuklu Devleti
14	Kastamonu Susadı Köyü Hacı Bektaş	13. yüzyıl	Taş	Anadolu Selçuklu Devleti
15	Manisa Arapgir Ulu Camii	13. yy son. -14. yy baş.		Anadolu Selçuklu Devleti

Anadolu Selçuklular'da minberler çoğunlukla ahşaptan ve künde-kari tekniğiyle yapılmıştır. Moğol istilasından sonraki devirlerde ise Anadolu'da bozulan ekonomik durum kendini sanatta da hissettirmiş ve künde-kari yerine taklit künde-kari eserler yapılmıştır. 12. yüzyıl başlarından 14.yüzyıl başına kadar olan dönemden bilinen minberlerin çok büyük bir kısmının ahşaptandır. Ahşap minber kullanımı Anadolu Selçuklu sanatının bir geleneğiydi ve bu nedenle devrin son derece önemli sanat birikimine sahip ahşap ustaları vardı [54]. Ahşap minber uygulamasının dönemin bir modası seklinde algılamak mümkün olduğu gibi, tüm minberlerin ahşaptan yapılması, Selçuklu sanatçıların üstün seviyede ahşap sanatı birikimine sahip olduklarıyla da ilgili olmalıdır.

Anadolu Selçuklu Devleti'nin zayıflamasıyla ortaya çıkan Anadolu Beylikleri, zayıf malî yapılarına rağmen, yerleşim politikalarına bağlı olarak eserler vermişlerdir. Beylikler döneminde, Selçuklu geleneğinden kopmayan; bu arada, kendi sanat kimliklerini de oluşturmaya çalışan yerel bir sanat anlayışının hakim olduğu gözlenmektedir. Selçuklu minber geleneğinin, Anadolu Beylikleri'nin minberlerinde de küçük farklarla takip edildiğini söylemek mümkündür. Bunun en güzel örneği Eşrefoğulları Beyliği'nin en ünlü eseri olan Eşrefoğlu Camisi'nin ahşap minberidir. Görünüşü, bölümlerinin formları ve üzerindeki süs unsurları bakımından Selçuklu minberlerini andırmaktadır [55]. Şekil 2.10'da Eşrefoğlu Cami minber yan görünüşü gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Eşrefoğlu Cami minber yan görünüş [56].

Çizelge 2.2’de minberde kullanılan malzemeler ve teknikleri (Anadolu Selçuklu) gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Minberde kullanılan malzemeler ve teknikleri (Anadolu Selçuklu) [43].

	Eserin Adı	Yapılış zamanı	Malzemesi ve Teknik	Yapıldığı Dönem
1	Konya Alaaddin Camii	1155	Ahşap Kündekari	ANADOLU SELÇUKLU DEVLETİ
2	Ankara Muhyiddin Mesud	1197	Ahşap Çakma Kabartma	
3	(Alaaddin Murad ve İç Kale) Camii	1238	Ahşap Çakma Kabartma	
4	Amasya Burmalı Minare Camii	1242	Ahşap Çakma Kabartma	
5	Ankara Kızılbaş Camii	13. yy başları	Ahşap Çakma Kabartma	
6	Kayseri Lala Musluhiddin Camii	13. yy 2. çeyreği	Ahşap Kündekari	
7	Afyonkarahisar Ulu Cami Minberi	1272-1273	Ahşap Kabartma	
8	Kayseri Develi Ulu (Sivasti Hatun) Camii	1281	Ahşap Çakma Kabartma	
9	Ankara Arslanhane (Ahi Şerafeddin) Camii	1290	Ahşap Çakma Kabartma	
10	Malatya (Battalgazi) Ulu Camii	13. yy	Ahşap Kündekari Eğri	

Anadolu Selçukluları devrinden Konya Alaaddin Cami’nin 1155 tarihli ahşap minberi Anadolu’daki ilk örnek olarak karşımıza çıkar. Kündekârî tekniğinde ceviz ağacından yapılmıştır. Bu devrin erken tarihli ikinci ahşap minberi Ankara Muhyiddin Mesud

Cami’nde bulunan 1197 tarihli minber oluşturur. Ceviz ağacından taklit künde-kârî tekniklidir.

Uyguladıkları teknik ve sanata verdikleri önem ile bilinen Mengücekoğulları’nın iki ahşap minberi bulunur. Ancak bunlardan Sivas/Divriği İç Kale Cami’nin künde-kârî teknikli olduğu bildirilen minberi yanmıştır. Sivas/Divriği Ulu Cami’ndeki ahşap minberi ise ceviz ağacından çakma ve kabartma olarak yapılmıştır. şekil 2.11’de Sivas Divriği Ulu Cami minberi gösterilmiştir.



şekil 2.11. Sivas Divriği Ulu Cami minberi [57].

2.2.2. Erken, Klasik ve Son Dönem Osmanlı Minber ve Mihrapları

Osmanlı’larda, Anadolu Selçuklulardan sonra cami ana mimari elemanlarıyla iç mekan düzenlemeleri değişiklikler oluşturmaktadır. Erken dönemde Selçuklulardan izler taşımakla birlikte klasik ve son dönemde malzeme ve süsleme açısından farklılıklar görölmektedir.

İznik Çandarlı Halil Paşa (Yeşil) Camii mihrabı Erken dönem Osmanlı Camilerindeki ilk mermer mihraptır [58]. Mimar Sinan ile birlikte tezyinatta farklı çizgiler oluşmaktadır. Osmanlı Mihrap ve Minberlerinde çoğunlukla mermer, alçı, çini ve taş süslemelere

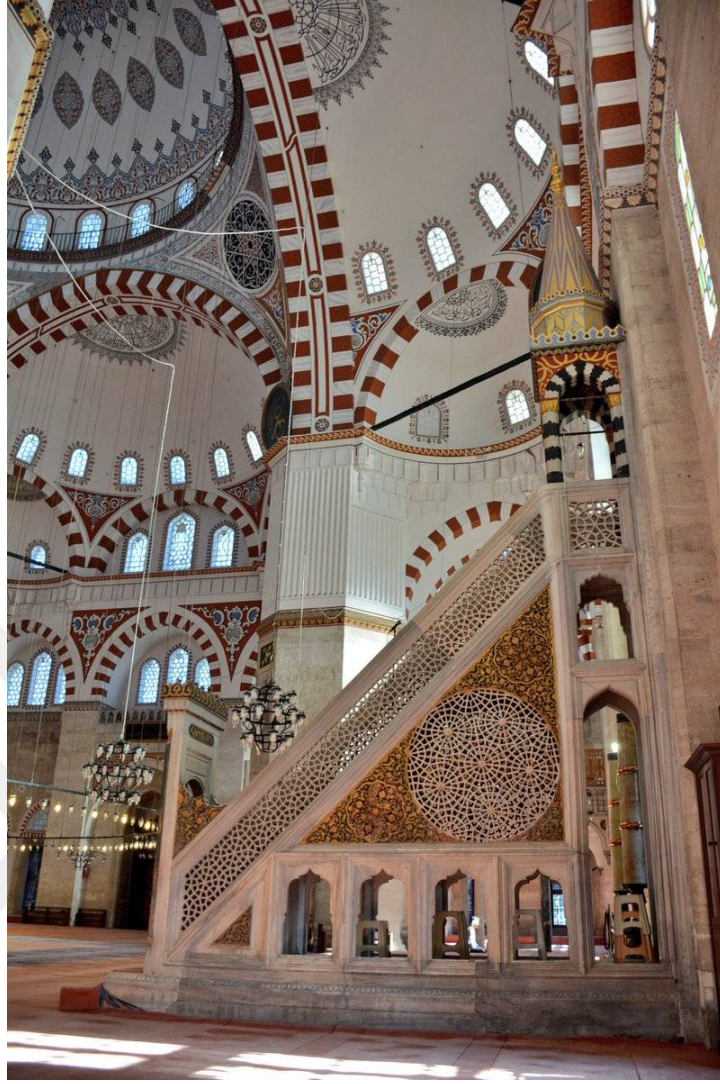
rastlanır. Ahşap minberlerde bu devirde görülür. Klasik dönem mihraplarında genelde beyaz mermer ana malzemedir.



Şekil 2.12. İzmit Çandarlı Halil Paşa (Yeşil) Cami mihrabı.

Mimar Sinan üstadın camilerinde süse önem vermediği görülmektedir. Ancak tüm haşmetiyle bizleri karşılayan ve “Hiç” lik olgusunu belkide bizlere düşünmemizi sağlayan bir bakışdı. Mimar Sinan’ın büyük camileri dışında yapmış olduğu küçük camilerde bile tüm ihtişam ortaya koyulmuştur. Şemsi Paşa Cami’nde bunu görebiliriz ki külliyesi bulunmaktadır. Bununla birlikte minber ve mihrabında tezyin vardır.

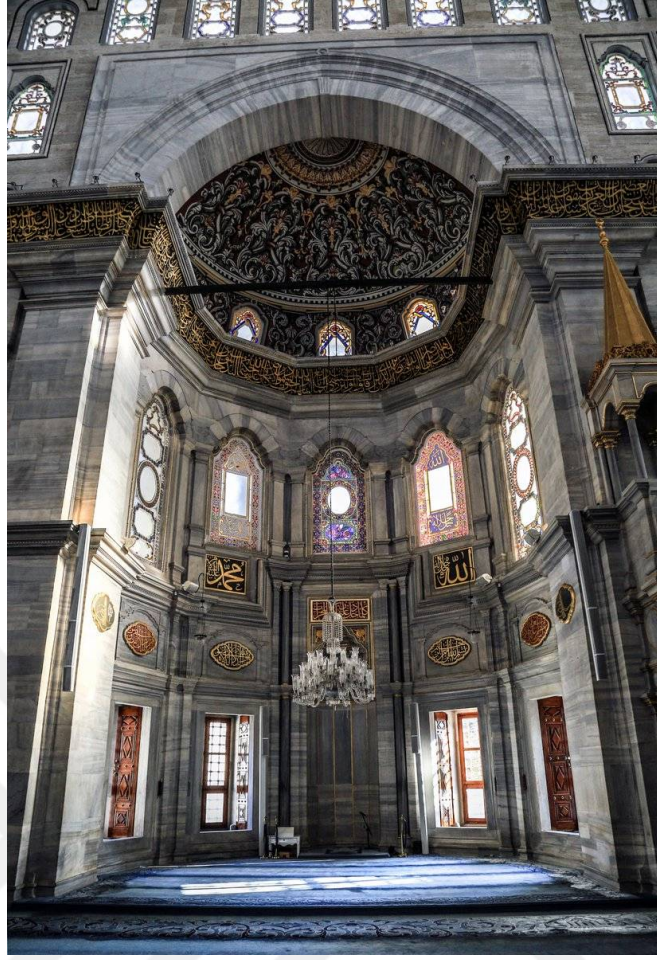
Ramazanoğlu G., Mimar Sinan’ın minber ve mihrabındaki tezyini şu şekilde açıklamaktadır. Kiliselerde her taraf heykel, resim, kabartma ve suretlerle süs ile süs olmuştur. Onlara bakılınca hayranlıkla, beğeniyle bakılır ancak herhangi bir huşu uyandırmaz, huzura götürmez insanı. Halbuki Mimar Sinan’ın eserlerinde minber ve mihrap “yokluk içinde varlık” gibi büyür ve caminin tamamı ise insanı tasavvufdaki bahse konu yokluğa büyük bir huşu ile götürür. Minber ve mihrabı çok ince ve hassas işlemiştir ki iğne oyası tül misali süslemiştir, çiçekler ve dalları, yapraklarının üstü dahil dantel gibi işlenmiştir. Geniş kubbeyle mekanlarında buna özen göstermiştir. Mihraplarda, huzura bakış yönüdür ve Allah huzurunda kıbleye bakıştır, tezyinlidir. Minberlerde Allah’ın emirlerinin söylendiği yer olduğu için süslemeler ile yoğunlaştırılmış tezyin vardır. Şekil 2.13’de Şehzade Cami minberi gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Şehzade Cami minberi (Mimar Sinan) [59].

Mihraplarda ve minberlerde kıvrımlı yaprak figürleri, bitkisel figürler, geometrik süslemeler ince ayrıntılarla süslenmiştir. Bu dönemlerde hat yazılarda ön plana çıkarılarak uygulanmakla birlikte cami iç mekanda akustik düzenlemeler dehasal birliktelik oluşturmuştur. Camilerin bütünü ele alınacak olursa “Ayet – Mekan” ilişkisi çok intizamlı ve manalı uygulanarak korunmuştur. Genel ahenk tam anlamıyla kusursuzdur.

17. yüzyılla birlikte Osmanlılarda batılılaşmayla birlikte mimaride farklı tarzlar oluşmuştu. Bunula birlikte cami mimarisine ve iç mekan elamanlarına, süslemelere etki etmiştir. Mihrapta Nur-u Osmaniye Cami Türk Barok tarzı mimarisiyle örnek gösterilebilir. Şekil 2.14’de Nur-u Osmaniye Cami Türk Barok tarzı mihrap gösterilmiştir.



Şekil 2.14. Nur-u Osmaniye Cami Türk Barok tarzı (1755) [60].

2.3. TAŞ SÜSLEMELER

2.3.1. Osmanlılarda Taş ve Mermerin Elde Edilişi

Anadolu Selçuklularında taş veya mermer malzemenin hangi bölgeler ve ocaklardan hangi yöntemlerle elde edildiğine ilişkin döneminden bilgi yoktur. Aynı durum Erken Osmanlı ve Beylikler dönemi için de geçerlidir. Bununla birlikte daha sonraki dönemlere ait belgeler yoluyla, Osmanlılarda mermer ve taş çıkarılan yerler, çıkarma ve işleme usulleri, taş ve mermer fiyatları, işçi ücretleri ve malzemenin nakline ilişkin bilgilere ulaşılabilir. Osmanlılarda taş eldesinde; ocaklardan ve eski dönem kalıntı taşlar kullanılırdı. Bunların belli tekniklerle yapıldığı bilinmektedir. Bu teknikler, Oluk açma, delik delme-çatlatma, testere ve tellerle taş kesmedir [58].

Mimaride kullanılan birçok malzemeler arasında bulunan taş Osmanlılarda temel malzeme niteliğindeydi. Sade haliyle asil bir sükûnete sahip olan taş, kabartma, renkli taş

veya benzeri malzemelerle kakma yapılarak mimariye belirgin bir güzellik kazandırmıştır. Tas işçiliğinin görüldüğü yerler geçiş yerleri, kavsara mukarnasları, sütün başlıkları, alemler, basık kemerler, duvar yüzeyleri, kemerler, kapı ve pencere profilleri, korkuluklar, tepelikler, mahfillerdir. Yani yapıların hemen hemen her yerinde taş işçiliğ  görülmektedir. Taş, yapıların ana malzemesini oluştururken, tezyinat unsuru olarak da işlenmiştir. Taş malzeme tezyin edilerek yapılar g zelleştirilmiştir. S slemedeki tezyinatın taş üzerine geçirilmesi belirli bir düzene göre yapıldı. Nakkaş tarafından motifler kağıt üzerine işlenip iğne yardımıyla delinir. Hazırlanan kağıt taş üzerine silkleme yöntemiyle geçirilir. Nakışlar taş üzerinde fırça yardımıyla tespit edildikten sonra taşı (hacc r) tarafından işlenirdi [61].

Osmanlılarda mermerin kullanımını oğ  yapılarda g remekteyiz. Bununla birlikte 16. yüzyıl camilerinde yaygın şekilde kullanılan Marmara mermeri Marmara Denizi'nde bulunan Marmara Adası'nın kuzeyindeki Saraylar köyü civarında yer alan ve Antik dönemden günümüze değ n işletilmekte olan ocaklardan çıkarılmaktadır. Latince adı "Marmor Proconnesium" olup, beyaz renkli, orta boyda kalsit kristallerinden oluşan sıkı dokulu metamorfik kökenli bir kayadır. Marmara Adası'nın belirli bölgelerinde mermerler homojen olsa bile adanın kuzey taraflarında Saraylar köyü yakınındaki ocaklarda damarlı bir yapı  n pl na çıkmaktadır. Damarlı kısımlarda kalsit dışında kuvars, dolomit, epidot, klorit gibi renkli mineraller mermere güzel bir görünüm sağlamaktadır. Bizans döneminde daha çok bu bölgede çalışıldığı o zamana ait yapılardan anlaşılmaktadır. Osmanlı döneminde daha çok çalışılmış bir bölge olan Saraylar köyünden güneye doğru olan ocaklardaki beyaz mermerlerin genellikle, grafitten oluşan siyah renkli oldukça dar katmanlarla kesildiğ  gözlenmektedir. Mermerin bu  zelliğ  mimaride kullanılan elemanlara süslemeli bir özellik kazandırmıştır.

Ayrıca Mimar Sinan'ın inşa ettiğ  camilerde en temel yapı malzemesi olarak yer alan k feki taşı, dönemin camilerinde gövde örgüsü ve dış cephe kaplamasında, duvarlarda, taşıyıcı ayaklarda, kemerlerde, portallerde, mihraplarda, korkuluklarda ve minarelerde kullanılmıştır [62]. Özellikle yapısal kullanımda karşımıza çıkan k feki taşının, ocaktan çıkarıldıktan sonra kolay işlenmesi ve havayla temastan sonra bünyesine karbondioksit alarak ikincil bir hidrasyonla sertliğinin artması, dayanıklılık kazanması  zelliğ  bulunmaktadır [63].

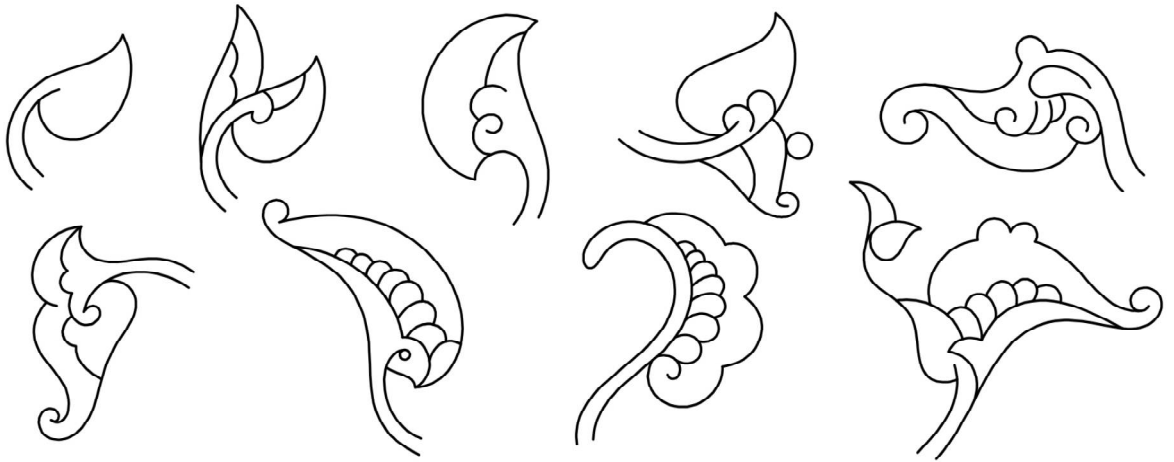
2.3.2. İç ve Dış Mekanda Taş Süslemeler ve Motifler

Taş süslemeler, Anadolu Selçuklularda, Erken-Klasik- Son Dönem Osmanlı eserlerinde yoğun olarak kullanılmıştır. Dönemin sanatkarları ve mimarları günümüze kadar ulaşan nadide yapıtlara imza atmışlardır. Bunları nakşederken kullandıkları birçok teknik ve süslemelerden yararlanmışlardır. İç ve dış mekanda kullandıkları süslemeleri ve motifleri; bitkisel motifler, geometrik motifler, yazı-kufi-sulüs ve mukarnas olarak ayırabiliriz.

2.3.2.1. Bitkisel Motifler

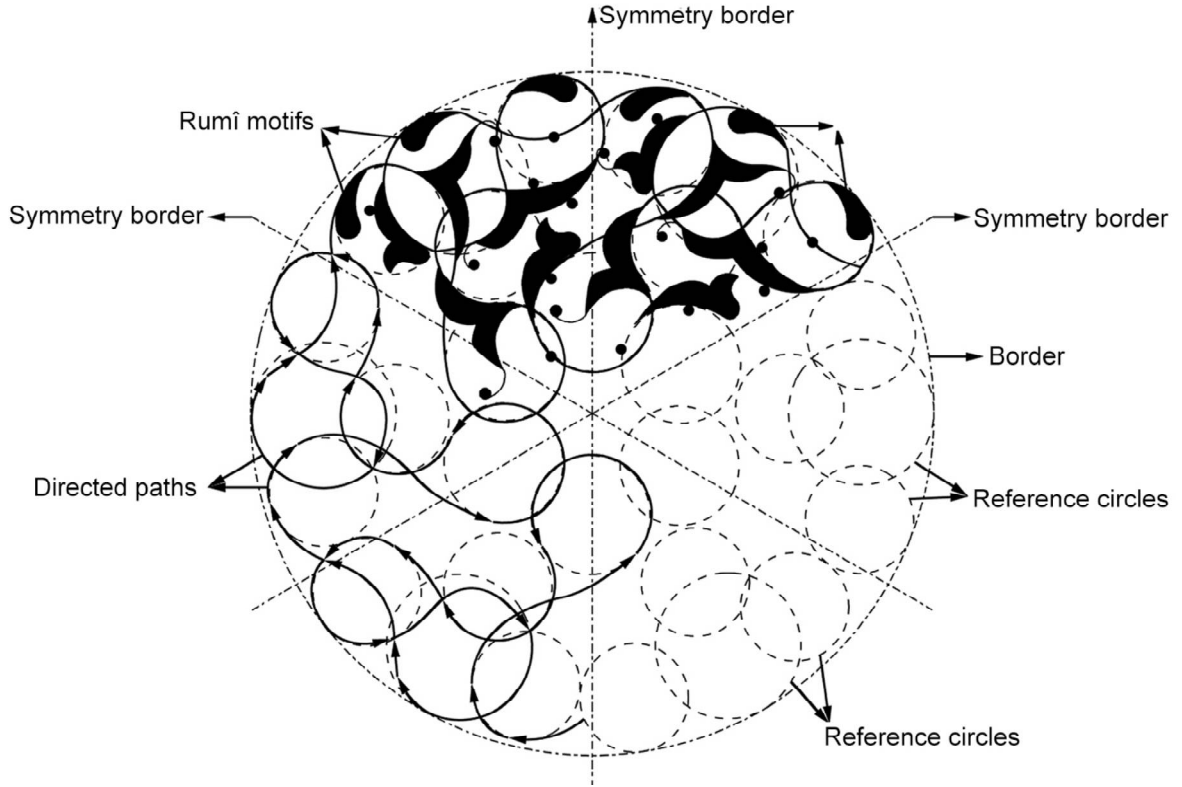
Selçuklu devri bitkisel motiflerin neredeyse tamamı rumi, palmet ve kıvrımlı dallardan oluşmaktadır. Rumi motifinin Anadolu Selçuklu mimarisinde tamamen bitkisel kökenli motif olduğu bilinmektedir. Rumi motifi tek başına değil genellikle palmet motifiyle birlikte görülür. Bazen palmet ve kıvrık dallarla birlikte bazen de tek başına yer aldığı süslemelerde de mevcuttur [43].

Rûmi, Türk bezeme motifleri arasında yapılması zor fakat çarpıcı, ahenkli kıvraklığıyla estetik yönden en güzeli denilebilir. Bezeme alanlarında desenlerin temelini oluşturan ve kompozisyonun bütününde bazen bir köşeyi, bazen bir kavisi, sınırlayan bunun yanı sıra kompozisyonun devamını sağlayan çok yönlü bir motiftir. Rûmi hakkında birçok araştırmacı farklı görüşler ileri sürmüşlerdir. Rûminin lügat manası “Anadolu” demektir. Vaktiyle Doğu Roma İmparatorluğu’na ait Anadolu’ya Diyar-ı Rum ve onu zapt ederek oraya yerleşen Selçuklulara “Rum Selçukileri”, Selçuklulara ait bu tür tezyinata ise “rûmi” adı verilmiştir [64]. Şekil 2.15’te bazı rumi motifleri gösterilmiştir.



Şekil 2.15. Bazı rumi motifleri [65].

Rumi, palmet ve kıvrık dallar mihraplarda çoğunlukla görülmekte ve mihrap bordürlerinin süslemelerinde sıkça karşılaşılmaktadır. Ayrıca minberlerin taç kapı, korkuluklar ve yan ayna kısmının bordürlerinde de bu motifler görülmektedir. Şekil 2.16’da Rumi kompozisyonunun bileşenleri gösterilmiştir.



Şekil 2.16. Rumi kompozisyonunun bileşenleri (Topkapı Sarayı Müzesi arşivi) [65].

Palmet, eksen ve taç yaprakların bağlandığı, taban ile üst öğeler arasındaki bölüm olarak bilinir. Örneğin değişik biçimleri, üçgen-göbek, kubbe-göbek, tomurcuk-göbek, yaprak-göbek olarak tanımlanmıştır. Anadolu’da meydana getirilen mimari eserlerde palmet motifi, yapraklı, sıkı sarmallı kıvrık dallar ile verilir. Açık palmetlerde izlenen üçgen göbeğin tabana doğru çekilmesi, ucu sarmallı kıvrık dalların kısa tutulmasıyla sağlanmıştır. Gövde ve taç yaprak genişlikleri birbirine eşit olan ve üç dilimli olarak tanımladığımız palmet türünü, dönem içindeki yapıların çoğunda, bordürlerden kapı alınlık kemerlerine, pencere alınlıklarından sütünce kaidelerine kadar çok farklı yüzeylerde rastlayabiliriz [58]. Palmette düz veya kıvrımlı bir sap ile düşey yönde her iki tarafta da simetrik bir düzen oluşturan yapraklar bulunur.

Kıvrık dal motifi ise tamamen estetik görünümünün yanı sıra adeta bir su yolu gibi kıvrılarak devam etmesinden kaynaklı olarak sevilmiş ve yaygın bir biçimde kullanılmıştır.

Kolaylıkla işlenebilmesi de tercih sebebi olmalıdır. Kıvrık dal motifinin tek başına kullanımı nadirdir. Çoğu zaman rumi veya palmetlerle sonuçlanan, bazen de dal ortalarından çıkan rumi ve palmet çiçekleriyle tasvir edilmiştir [66].

Lale motifi Anadolu Selçuklu döneminden itibaren Osmanlılarda çokça kullanılmıştır. İran Selçuklularının ve Büyük Selçukluların sanat eserlerinde, 12. Yüzyıldan itibaren, lâle motiflerine rastlanmaktadır. Anadolu Selçuklu devletinin başkenti Konya'daki eserlerde de lale motiflerine rastlanır [67]. Osmanlılar tarafından lalenin bu kadar ilgi görmesinin sebeplerinden biri de Arap harfleri ile lale şeklinde yazıldığında, Allah kelimesindeki bütün harfleri kapsamasıdır. Harflerinin karşılığı sayılar hesabına dayanan "ebced" usulüne göre de "Allah" kelimesi ile "lâle" kelimesinin aynı sayıya karşılık gelmesi, tasavvufçulara göre "Yaratıcı'nın yarattıklarında kendini göstermesi" düşüncesinden hareketle derin bir heyecan uyandırmıştır. Lâle, arap harfleri ile yazılır ve tersinden okunursa (hilal) = Ay olur; Hilal veya Ay'da Osmanlı Devleti'nin amblemidir [68].

2.3.2.2. Geometrik Motifler

Geometrik süslemelerle yapılan bu motifler Osmanlılarda ve Selçuklularda yoğun bir şekilde uygulanmışlardır. Camilerin hemen hemen bütün bölümlerinde kullanılır. Minber aynalıkları, minber bordürleri, minber kapı kanatları, mihrap kenarları, mihrap nişlerinde, bordürlerde, mihrap kemerleri gibi kısımlarda geometrik motiflere rastlanır. Çeşitli yıldız motiflerinin etrafında sonsuzluk olgusu vurgulanarak tekrarlanan geometrik çizgiler kompozisyon oluşturur. Birçok teknik uygulayarak geometrik motifler; taş, ahşap, mermer gibi malzemelere uygulanmaktadır. Taç kapıları karşılama kapısı olduğu için çoğu zaman bu kısımda geometrik süslemeler insanı hayrete düşürecek şekilde uygulanır.

İslam Mimarisi'ndeki geometrik süslemenin gelişmesi öncü çevreler ve İslam geometri biliminin ileri bir düzeyde olması ile bağlantılıdır. Geometrik süslemelerde sıkça kullanılan çeşitli yıldız motiflerinde belirli bir düzen vardır. İslam inanç ve felsefi kompozisyonlar oluşturulmaktadır. Bununla birlikte bu süslemelerde islam felsefesi ve toplumsal düzen konularına doğru kaydırılmış ve mana olarak "Allah ve İnsan bir bütündür. Hayat ve kainat ritmik bir düzen içindedir" ifadesi vurgulanmaktadır [69]. Şekil 2.17'de Sarı kesme taştan mihrapta geometrik süslemeler gösterilmiştir. Şekil

2.18’de Çift Kanat Kapı ve geometrik süslemeler gösterilmiştir. Şekil 2.19’da ise Minberde yan doğu tarafı geometrik süslemeler gösterilmiştir.

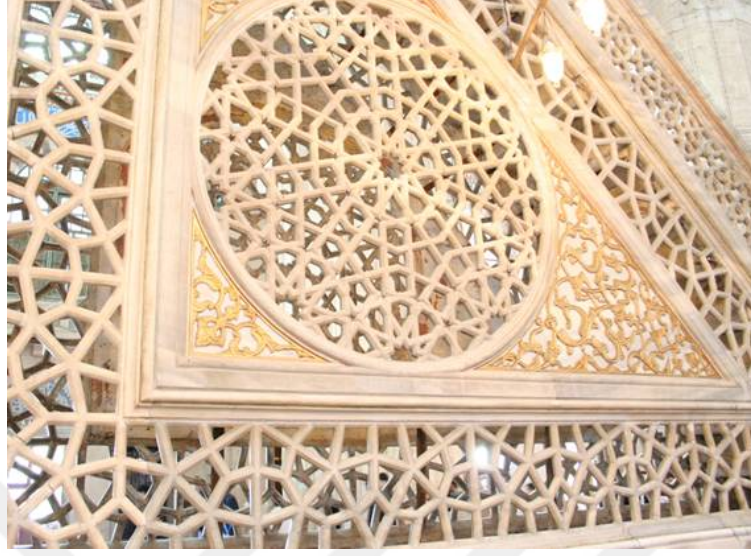


Şekil 2.17. Sarı kesme taştan mihrapta geometrik süslemeler [70].



Şekil 2.18. Çift Kanat Kapı ve geometrik süslemeler [70].

Geometrik süslemede, islami anlayışta küçük ve büyük bordürler halinde gördüğümüz süslemeler aslında sonsuz desenlerden bir parçadır.



Şekil 2.19. Minberde yan doğu tarafı geometrik süslemeler [70].

2.3.2.3. Yazı, Kufî, Sulûs

Hat sanatı, İslam medeniyeti çerçevesinde Arap yazısına bağlı olarak doğmuş ve gelişmiş güzel sanatlardan biridir. Arap yazısı İslam'ın gelişi ile hızlı bir gelişme devresine girmiştir. Türklerin ileri sanat anlayışı ve sanatkarlarının Arap yazısını önemseyen onu geliştiren en güzel şekliyle uygulamaları bu yazıyı zirve noktasına getirmiştir. Türk hattatları da tüm kudret ve isteklerini yazı ile ifade etmişlerdir. Kitabelerde kullanılan yazı haricinde dekoratif amaçlı kulllanımda söz konusudur. İki yazı tercih edilmiştir. Bunlar daha çok kitabelerde benimsenen sülûs ve bezeme ağırlıklı kullanılan kûfidir. Kûfî yazının bezeme amacıyla kullanımında, yazının köşeli hatlara sahip olması ve dolayısıyla geometrik bezemelere imkân vermesi etkili olmuştur. İslam mimarisinde ve küçük el sanatlarında önemli yeri olan kûfî yazı, düşey ve yatay çizgileri vurgulayan köşeli harfleriyle dikkati çeker. Bu niteliğiyle de geometrik biçimlemelere diğer yazı türlerinden daha yatkındır. Sulûs yazıda yuvarlaklık söz konusudur. Harflerin dönüş noktalarında dikkati çeken sert dönüşler yumuşamıştır [71].

2.3.2.4. Mukarnas

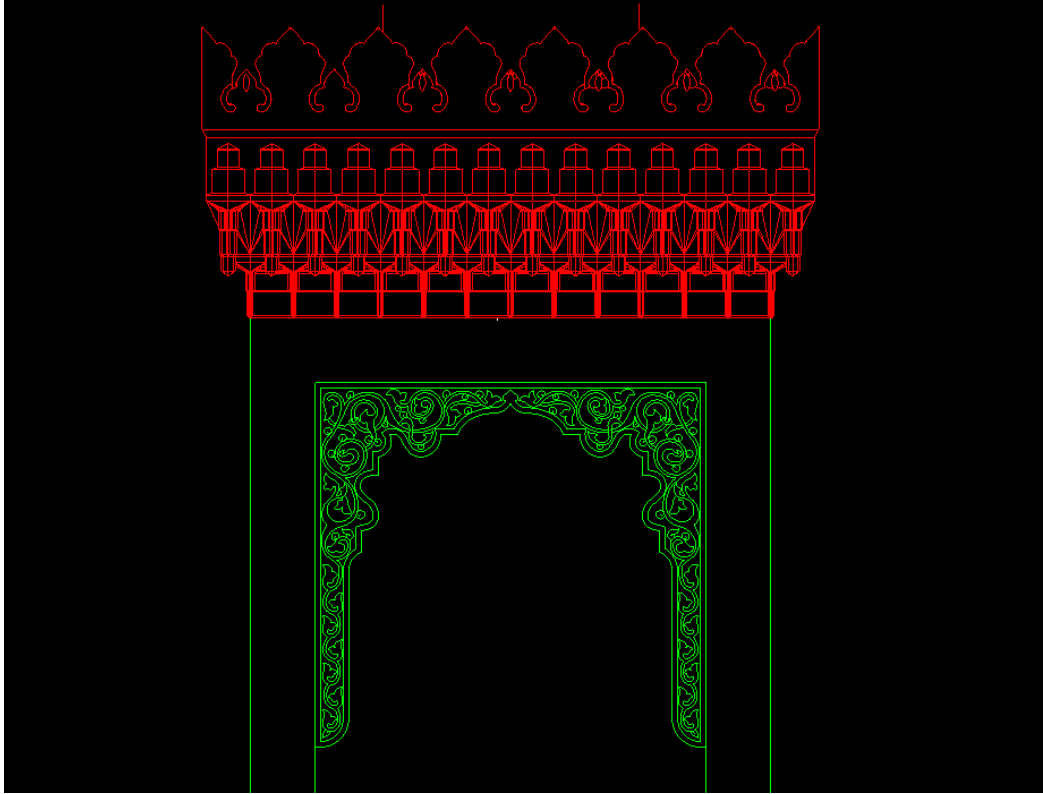
İslami figürlerde ve bezemelerde muazzam bir etkiye sahip bezeme türü olan mukarnas mihraplarda, minberlerde, taç kapılarda ön plandadır. Üç boyutlu geometrik motiflerin, en ünlü türlerinden biri mukarnastır [72]. Mukarnas, belli bir şekil ve kural dizgisi olan ve barındırdığı iç bükey oyukların kökeni açısından ortak bir görüşün saptanamadığı özel

bir yapı elemanıdır [73]. Ayrıca mukarnas, İslamı üç boyutlu dekoratif veya yapısal bir mimari öge olup kademeli petek görünümlü hücre (Niş) katmanlarından oluşur. Mukarnas oluşturmak için kullanılan malzemeler çok çeşitlidir; taş, tuğla, alçı, ahşap, seramik, çamur vb. malzemelerden oluşturulmaktadır. Osmanlı mukarnası, üç boyutlu motiflerin zirvesi denilebilir. Osmanlı mukarnası, cami, medrese, türbe, hamam gibi yapılarda vazgeçilmez bir unsur olmuştur. Taş, mermer, çini, alçı gibi değişik malzemeyle inşa edilen mukarnaslar, teknik ve estetik özellikleri açısından devrinin sanatını en iyi biçimde yansıtmıştır [74]. Ayrıca ahşap yapılarda da mukarnas şeklinde süslemeler vardır. Bunlar minberlerde ve mihraplarda rastlayabiliriz. Taç kapılar Anadolu Selçuklularda süsleme bakımından zirve noktasındadır. Mukarnas işlemler bu yapılarda sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Anadolu'daki mimari yapılarda taçkapı süslemesi daha zengin bezemeli bir taş işçiliği barındırmaktadır. Oluşturulan derinlik hissi süslemenin bu alan üzerindeki sonsuzluğunu perçinlemektedir. Mukarnas, özünde bezeme niteliği taşımasına rağmen, mimaride doğrultusu değişen yüzeyler arasında geçiş sağlaması yönüyle yapısal öge olarak da değerlendirilmektedir. Mukarnas sistemi kendine özgü geometrisi ve simetrisi ile muhteşem bir yapı örgüsüdür. Mukarnaslar da yelpaze şekli ve çok kanatlı görüntüsüyle “sonsuzluk” hissini simgelemektedir denilebilir [75].

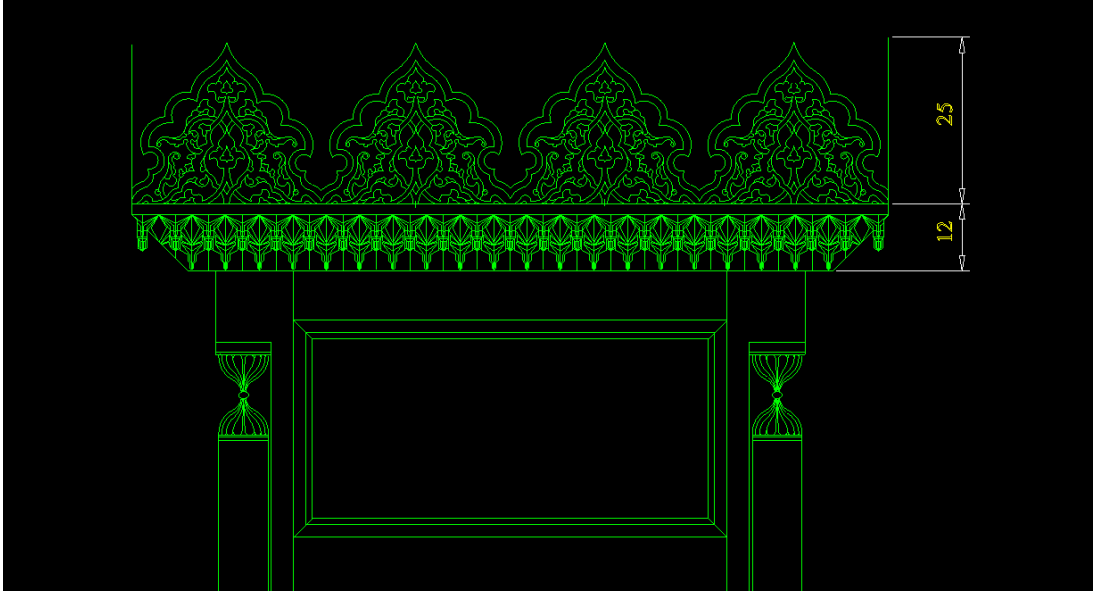
İki boyutlu gibi düz veya eğri yüzeylerin süslemesinde kullanılmaktadır. Ayrıca daha önemli fonksiyonu, köşeleri ve geçişleri doldurumaktır.



Şekil 2.20. Taç kapıda mukarnas (Bursa Yeşil Cami).



Şekil 2.21. Minber köşk üstü mukarnas örneği.

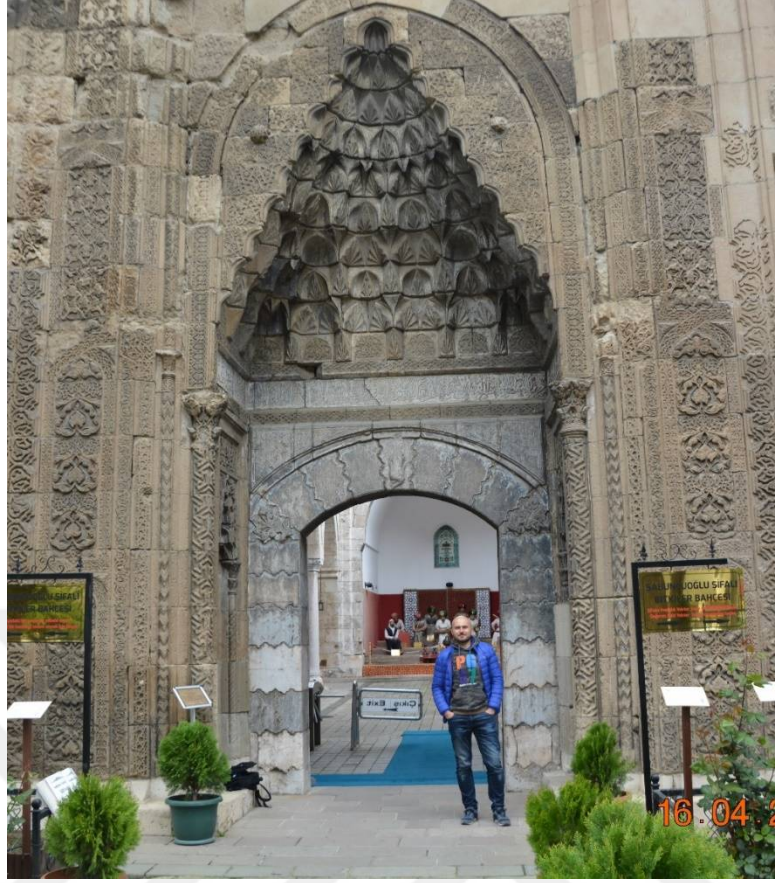


Şekil 2.22. Minber kapısı taç kısmı mukarnas örneği.

2.3.3. Taş Süslemede Uygulanan Tekniklerin Özellikleri

Anadolu Selçuklu Dönemi, Erken- Klasik- Son Osmanlı Dönemini de kapsayan uygulama açısından birbiriyle farklılık gösteren teknikler taş süslemede kullanılmıştır. Kabartma Teknikleri olarak bilinen süslemeler, alçak ve yüksek kabartma, oyma tekniği, kafes oyma tekniği, oluklu oyma tekniği, kakma, kazıma tekniği gibi uygulamalar ile ifade edilir.

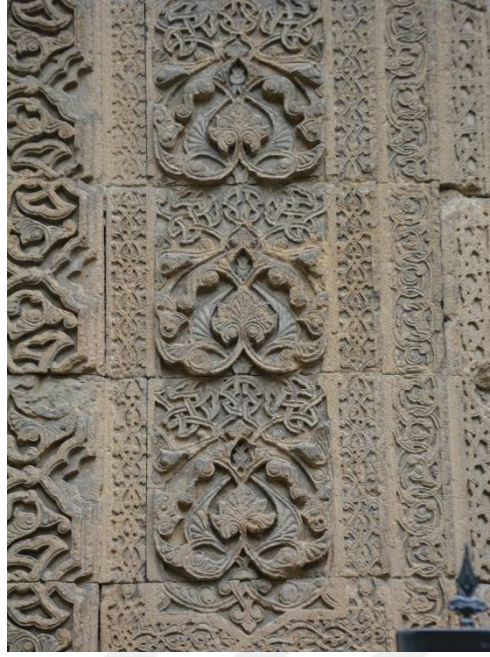
Kabartma tekniklerinde genellikle ortaya çıkarmak istediğimiz motifi; taş, ahşap, mermer gibi malzemelere çizilerek geçirilir ve diğer kalan kısımlar oyularak istenilen şekil elde edilir. Alçak kabartma tekniğinde işlem yapılacak olan motif ana zeminden çok yüksek tutulmaz ve boşluklar çıkarılarak desen göz önüne çıkarılır.



Şekil 2.23. Taç kapı girişi ve mukarnas kavsara.

Yüksek kabartmada ise ana zeminden yaklaşık 20-30 mm yükseltilerek boşaltma işlemi yapılır. Dolayısıyla derinlik hissi hatırı sayılır şekilde belirginleştirilmektedir.

Oyma tekniklerinde genel anlamda kabartmada uygulanan tekniğin tam tersi olarak düşünülebilir. Malzeme üzerinde işlem görecekt olan dekoratif motiflerin oyularak ortaya çıkarılması esasına dayanır. Kafes oyma tekniği başka bir ifadeyle Ajur ya da Sebekeli Oyma olarak da bilinmektedir. Hem ahşapta, hem de mermerde karşımıza çıkan kafes oyma tekniği, daha fazla yerlerde uygulanmıştır. Kafes oymada, motif dışındaki alanların oyularak tamamen çıkarılıp atılması söz konusudur [76]. Oluklu oyma tekniğinde, uygulanacak olan ana motifin ana çizgileri ortasından belirgin bir derinlik verilerek işlem yapılır. Bununla birlikte diğer kısımda boşaltılarak belirginleştirilir. Mihrap, minber, taç kapılar ve çoğu yerde bu teknik uygulanmıştır.



Şekil 2.24. Taş süslemedeki alçak ve yüksek kabartma tekniği.



Şekil 2.25. Taş süsleme sanatı ve tekniklerin uygulanması örneği.

Kakma Tekniği; Erken Osmanlı minberlerinde, mermer ve ahşapta görülen kakmaya, Türk süsleme sanatında daha çok ahşapta rastlanır. Teknigin uygulanacağı yüzeyde, kakılacak parçanın şekline uygun yuvalar açılır. Daha sonra kakılacak parça bu yuvaya tek parça halinde kakılır [55]. Başka bir ifadeyle kakma tekniğinde, yapının herhangi bir bölümünü süslemesi düşünülen düzen, kabartmanın tam tersi olarak yüzeye oyulur. Oyularak boşaltılan yüzeylere, uygun ölçülerde biçimlenmiş genellikle siyah, kırmızı veya bordo renkli taş kakılabileceği gibi turkuaz renkli sırlı tuğla da kakılabilir [71].

Kazıma Tekniği, Birçok malzemeye uygulanan bu teknikte motif, işlenecek olan ana hatta çizgiler halinde kazıyarak ve kalemle çizer gibi belirginleştirmektedir.

2.3.4. Taş Süslemeli Minberler

Taş Süslemeli minberler çoğu dönem birbirinden bazı yönleriyle etkilenmiştir. Tezyinata farklılıklar görülmekte ve taş işlemlerin zirvesi sayılabilecek birçok eser ortaya koyulmuştur. Bu eserlerden bazıları mimari ve motiflerin süsleme açısından örnek verilebilir. Muazzam yapılardan; Mihrimah Sultan Cami Minberi, Sokullu Mehmet Paşa Cami Minberi, Sinan Paşa Cami Minberi, Rüstem Paşa Cami Minberi ve Amasya II. Bayezid Cami Minberi mimari ve motif detayları açısından incelenecektir. Bu çalışmanın ana konu Camisi olan Amasya Mehmet Paşa Cami Minberini ve eşsiz mermer süslemeleri ilerki bölümde detaylı bir şekilde incelenecektir.

2.3.4.1 Mihrimah Sultan Cami Minberi

Edirnekapi’da surların hemen yakınındaki Mihrimah Sultan Cami, Kanuni Sultan Süleyman’ın kızı, Rüstem Paşa’nın eşi Mihrimah Sultan için 1560-1565 seneleri arasında yapılmıştır. Bina günümüzdeki iskelet yapı sistemiyle yapılmıştır. Şekil 2.26’ da İstanbul’da bulunan Mihrimah Sultan Cami gösterilmiştir.

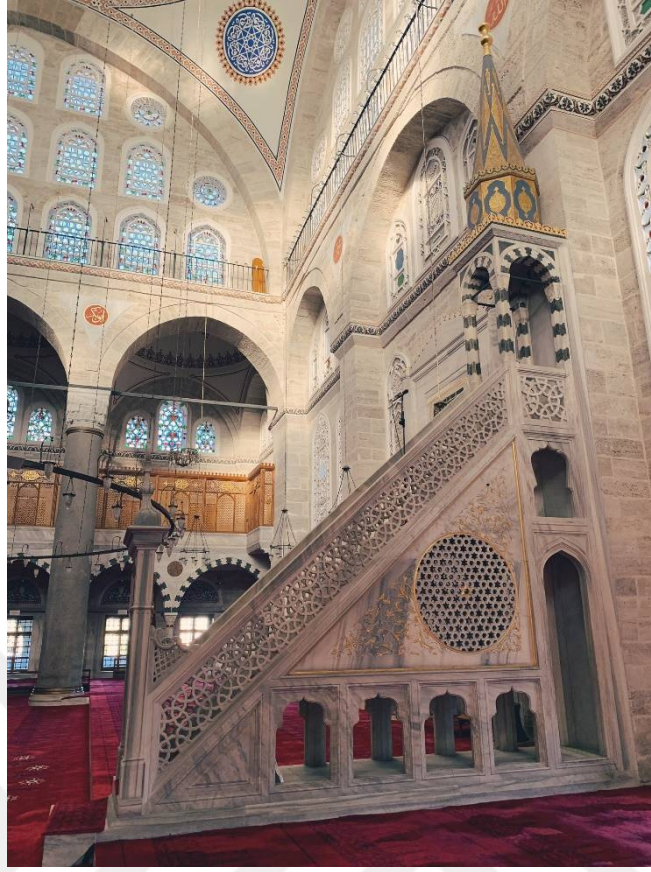


Şekil 2.26. Mihrimah Sultan Cami İstanbul [77].

Bu eserde insanı alıp götüren bir tarz olduğu hissedilir. Ramazanoğlu bu cami için farklı bir bakış açısıyla değerlendirme yapmıştır. Bildiğimiz üç boyutun; en, boy, yükseklik boyutlarının yanında “zaman” da dördüncü boyut olarak kabul edilmektedir. Çünkü zaman içinde mekanın ve boyutların algılanma biçimi değişmektedir. Bu cami dört boyutludur, uzaktan yalın ve diktir. Yaklaşırken dikliği belirginleşir. Camiye çıkan merdivenlerde önce dikliğiyle ana kubbe görülür. Yaklaştıkça yavaş yavaş ana kubbe küçülür, karşımızda yalnız dış bina kalır. Merdivenlerden çıktıktan sonra sağ tarafta kalan cami avlusuna bağlanan kısım basamaklar ve kubbelerle kademelendirilmiştir. Burada insanı kavrayan bir mekan meydana getirilmiştir. 3. boyuttan yalın ve dik olan yapı 4. Boyutla insan boyutuna indirilmiştir. Mimar Sinan bizleri günümüzden alıp zaman içinde yıllar öncesine ve bir o kadar da ileriye fırlatıyor. Mekanın yarattığı ilk duygu dengenin meydana getirdiği hayranlık ve sonsuzluk hissi olmalı. Bu mekanda sınırlanmış bir sonsuzluk olduğunu vurgulamış. Camideki aydınlatma pencere ve pencereden giren yoğun ışığa rağmen gözleri kamaştırmıyor ışık kontrol altına alınmış. Şekil 2.27’ de Mihrimah Sultan Cami minber yan görünüş ve şekil 2.28’de Mihrimah Sultan Cami Minberi Batı kısmı gösterilmektedir.

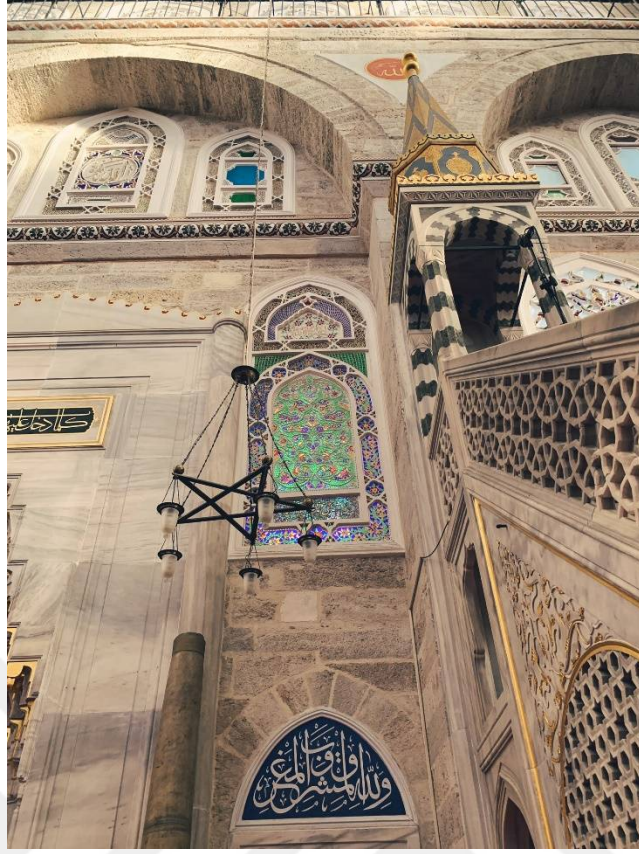


Şekil 2.27. Mihrimah Sultan Cami minber yan görünüş [78].



Şekil 2.28. Mihrimah Sultan Cami Minberi Batı kısmından görünüş [78].

Camideki genel hatlarıyla sade olan yapı da, zaten Mimar Sinan'ın tezyini bu şekildedir. Bunun tam aksine mihrap ve minberde çok süslüdür. Kendini hemen göstermektedir. İç mekandaki minber emirlerin dinlendiği yer olmasındandır ki çok süslüdür. Gösterişli bir taç kapısı vardır. İki yanda yükselen yivli sütunlar üstündeki alınlığı dış bükeydir. Sütunların arasına hareketli bir kapı kemeri yerleştirilmiş üstü hat ile tezyin edilmiştir. Mihrimah Sultan Cami minberinde iki tarafındaki sonsuza açılan yıldız çeşitlemeleriyle oluşturulmuş ajur tekniğiyle çalışılmış korkulukları mevcuttur. Mermerden oluşturulmuş bu kısımda birbiri içine geçmiş çokgen halkalarla yapımı ve tasarımı zor ve net hissedilen bir form yakalamıştır. Alttaki kapı sivri kemerli ve sade, üstteki küçük ve süslüdür. Dik üçgende yıldız ve altıgen desenli, oymalı büyük bir rozet, çevresinde de çok ince işlemeli rumi desenlerle kabartma motifler bezenmiştir [40]. Şekil 2.29' da Mihrimah Sultan Cami korkuluk ve köşk kısımları gösterilmektedir.



Şekil 2.29. Mihrimah Sultan Cami korkuluk ve köşk kısımları [78].

2.3.4.2. Sokullu Mehmet Paşa Cami Minberi (Kadırğa)

Sokullu Mehmet Paşa Cami minberinin Kûlah kısmı çinidir. Diğer kalan kısımları mermerdendir. Köşk Kısmı: Köşk kûlahı, altıgen kesitli, altın yaldızlı baklava başlıklı sütunceler üstüne atılmış pembe-beyaz taşın alternatif dizilişinden oluşan sivri kemerlerle taşınmaktadır Köşk sütunceleri ve kûlah arasındaki mermer yüzeyi sınırlayan dışa taşkın mermer silmenin ortasında mermer üstüne kalem işi tekniğiyle altın yaldızlı madalyon motifi yapılmıştır.

Kûlah kısmı, sekizgen kasnak ve çini gövde üzerinde, sekizgen kûlah yer almaktadır. Kûlah ve gövde arasında, çini palmet motifli bir bordür yer almaktadır. Köşk tavanında mermer üstüne kabartma tekniğiyle yapılmış, üzeri turuncu boyalı sekizgen yıldız motifleri yer almaktadır. Köşk, dışa taşkın silmeli mermer bordürle çevrilidir. Şekil 2.30’ da Sokullu Mehmet Paşa minber görünüşü gösterilmektedir.



Şekil 2.30. Sokullu Mehmet Paşa minber görünüşü [79].

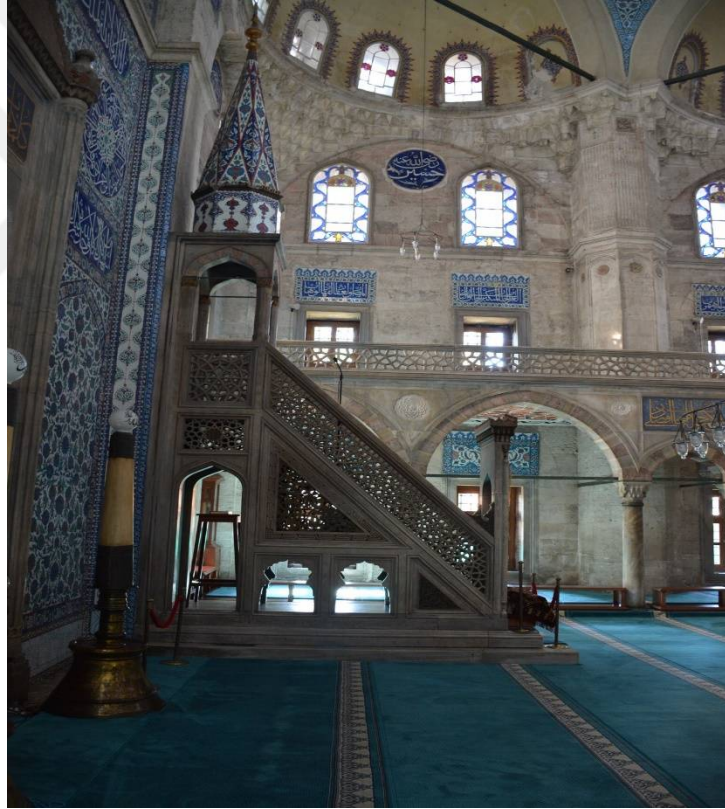
Minberin yan görünüşündeki üçgen şeklindeki yan aynalar, beyaz mermerden yapılmıştır. Yan aynaların üst kısmında kıvrık dallı rumi ve palmet motifleri altın yaldızlı olarak işlenmiştir. Yan aynaların alt kısmında, Bursa kemerinden oluşan iki adet pabuçluk nişi yer almaktadır. Bu nişler, minberin diğer kısımlarında olduğu gibi dışa taşkın silmeli beyaz mermer bordürlerle sınırlanmıştır.

Korkuluklar, yan aynaları sınırlayan mermer korkuluklar, beyaz mermerdendir. Geometrik beş köşeli yıldızlı geçme motifinden oluşmuş şebekelidir Korkuluklar ve yan aynaların birleşme noktalarında yer alan iki adet üçgen şeklindeki mermer levha üzerinde, rumi motifleri yer almaktadır.

Minber kapısı beyaz mermerdendir. Kapının mermer üstüne kabartma tekniğiyle yapılmış palmet motiflerinden oluşan tepeliğin iç tarafı, mermer üstüne kalem işi tekniğiyle çifte rumiler içinde kırmızı şakayık motifleriyle süslenmiştir. Tepeliğin altında, altın yaldız ve sarı boyalı bir bordür yer almaktadır. Kapı kemerinin üzerinde, koyu yeşil zemin üzerine altın yaldızlı sülüs harflerle, harflerle, mermer üstü kazıma tekniğiyle Kelime-i Tevhid yazılıdır [80]. Şekil 2.31’ de Sokullu Mehmet Paşa Cami minber yan aynalık rumi süslemeler ve Şekil 2.32’ de Sokullu Mehmet Paşa Cami minber yan kısım gösterilmektedir.



Şekil 2.31. Sokullu Mehmet Paşa Cami Minber yan aynalık rumi süslemeler [79].



Şekil 2.32. Sokullu Mehmet Paşa Cami minber yan kısım [79].

Ayrıca Minberin çok önemli bir özelliği olduğu inancı vardır. Bu, müslümanların kutsal mekanı Kabe'nin inşası sırasında Ebu Kubeys Dağı'ndan getirilen ve cennetten indiğine inanılan Hacer-ül Esved taşından zaman içinde kopan parçalar, Osmanlı Devleti döneminde Kanuni Sultan Süleyman tarafından İstanbul'a getirildi. Rivayete göre, Mimar Sinan, siyah ve parlak parçalardan 4'ünü, İstanbul Kadırga'da 1571 yılında Sadrazam

Sokullu Mehmet Paşa adına eşi tarafından yaptırılan Sokullu Mehmet Paşa Camisi'ne koydu. Altın çerçeve ile kaplı parçalar, caminin giriş kapısı üzerindeki mermer taşların ortasında, mihrabın üst kısmında, minbere giriş kapısının üzerinde ve minber kubbesinin altında yer alıyor [81].

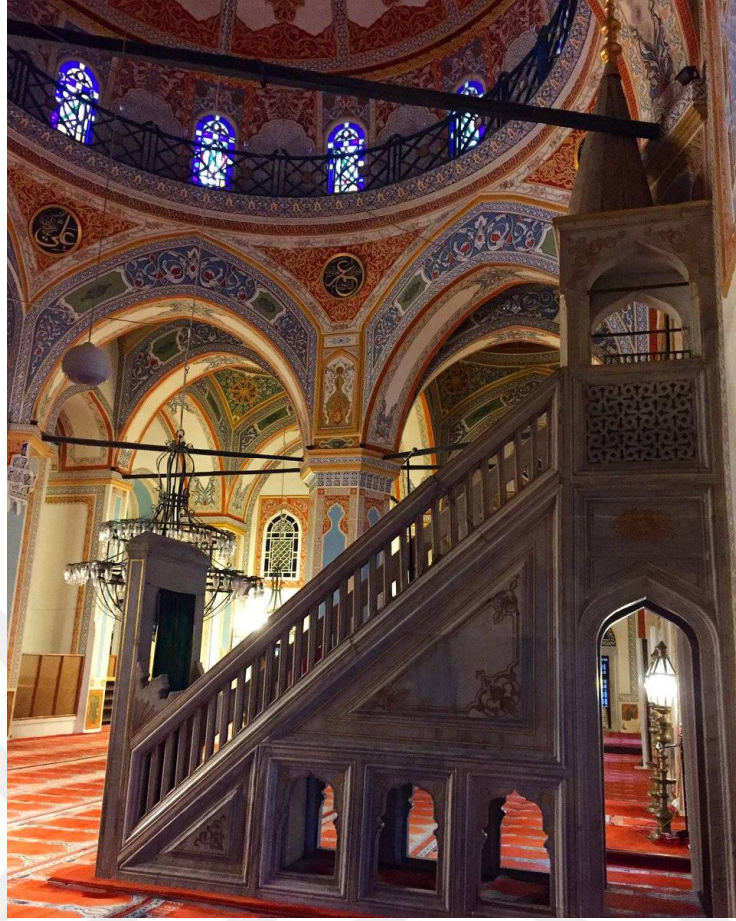


Şekil 2.33. Sokullu Mehmet Paşa minber kapısı taç kısmı mukarnası

2.3.4.3. Sinan Paşa Cami Minberi

1555 yılında Mimar Sinan tarafından yaptırılan bu eser, Rüstem Paşa'nın kardeşi Kaptan-ı Derya Sinan Paşa adınadır. Sinan Paşa Cami'nde Edirne Üç Şerefeli Cami planına benzesede mekansal ve statik olarak farklılıklar vardır.

Sinan Paşa Cami Minberi, beyaz mermerden olup sadelik hakimdir. Mihraba nazaran daha alçaktır. Bakıldığı zaman tek yekpare bir mermerden oyularak işlenerek eser elde edilmiştir. Bu oldukça zor bir sanattır. Süpürgelik girişleri 3 adettir ve süslemesizdir. Sivri kemerli köşk kısmı vardır. Şekil 2.34' te Sinan Paşa Cami minberi gösterilmektedir.



Şekil 2.34. Sinan Paşa Cami minberi [82].

Beyaz mermerden yapılmış minber, mahfil ile mermer sütun ve korkulukları mevcut haliyle korunmuştur. Yeşil zemin üzerine altın varaklı nebati tezyinat bulunan ahşap minber külâhı bakıma alınarak, değişmesi gereken 4 dilimi yenilenmiş, mevcut renkteki altın varaklı tezyinatı da tamamlanmıştır [83].

Mermer kapısı gövdeye lale biçimindeki kıvrımlı mermer parça ile bağlanmaktadır. Kapı geçişi silmelerle çerçevelenen yay kemer biçimindedir. Üstündeki çerçeveli kabartma hat ile kapının tezyini tamamlanmaktadır. Dik üçgen yan aynalarda, altın yaldızlı motifler beyaz mermerde çok narin durmuştur [40].

2.3.4.4. Rüstem Paşa Cami Minberi

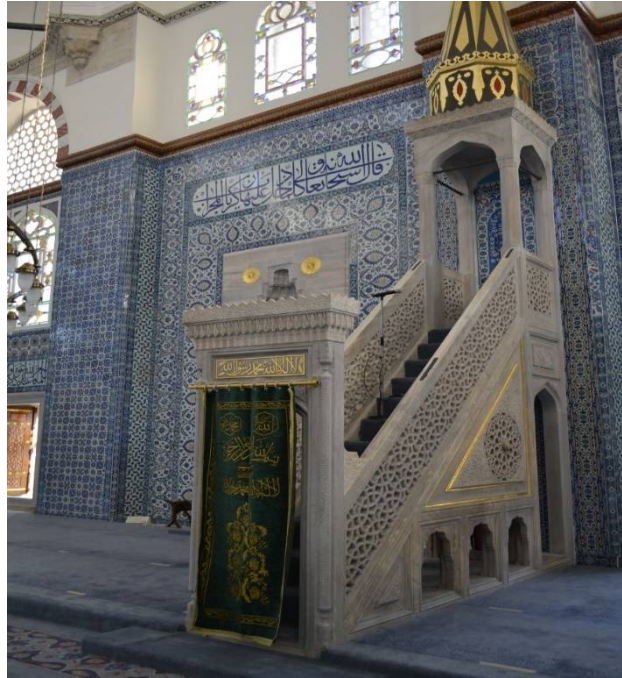
Rüstem Paşa Camii'nin taş süslemelerinde, dönemin camilerinde de yaygın şekilde görüldüğü gibi farklı renk ve dokuda taşlar kullanılmıştır. Mimar Sinan'ın inşa ettiği camilerde en temel yapı malzemesi olarak yer alan küfeki taşı, dönemin camilerinde gövde örgüsü ve dış cephe kaplamasında, duvarlarda, taşıyıcı ayaklarda, kemerlerde,

portallerde, mihraplarda, korkuluklarda ve minarelerde kullanılmıştır. Şekil 2.35’ te Rüstem Paşa Cami gösterilmiştir.



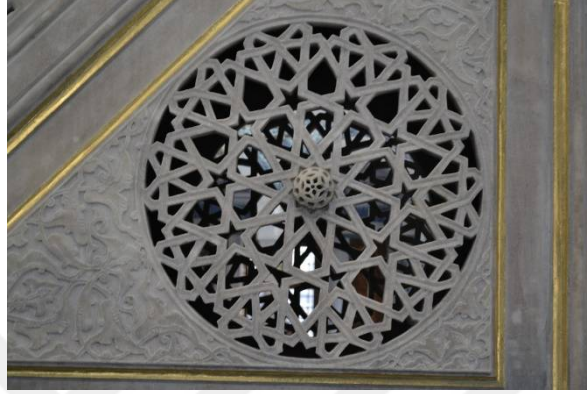
Şekil 2.35. Rüstem Paşa Cami Fatih İstanbul [84].

Rüstem Paşa Camii’nde de en temel yapı malzemesi olarak, duvarlarda, minarede ve şadırvanda yer almıştır [85]. Marmara mermeri de kullanılmıştır. Bunların haricinde Bizans döneminden kalan devşirme malzeme dediğimiz estetik taşlar kullanılmıştır. Bunlar genelde sütunlarda kemerlerde ve döşemelerde rastlıyoruz. Şekil 2.36’ da Rüstem Paşa Cami minberi gösterilmiştir.



Şekil 2.36. Rüstem Paşa Cami minberi [86].

Bununla birlikte Rüstem Paşa Cami Minber’inde mekanın bütününe uygun olarak altın yıldızlar, türdeşlerinin hiç birinde görülmeyen kabartma lale ve karanfil desenleri kullanılmıştır. Merdiven korkulukları iç içe geçmiş halkalarla desenlenen mermer ile örgülüdür. Korkuluk altında üç adet süslü kemer bulunmaktadır. Minber yan dik üçgen aynalığında kabartmalı desenler ve rumi desenler mevcuttur. Şekil 2.37’ de Rüstem Paşa Cami minber yan aynalık gösterilmiştir.



Şekil 2.37. Rüstem Paşa Cami minber yan aynalık [87].

Dik üçgenin ortasına da geometrik desenli bir rozet işlemiş ve ortasında oymalı bir kabara bulunmaktadır. Minberdeki bir önemli kısımda değeri çok yüksek olan kürsü köşkü kısmındaki çini panodur [40]. Minber kapısı taç kısmında yine mukarnaslı süsleme ile geçiş yapılmıştır. Minber kapısı panosunda sülüs yazılı Kelime-i Tevhid kazıma tekniğiyle uygulanmıştır.

2.3.4.5. Amasya II. Bayezid Cami Minberi

Dönemin Amasya Valisi şehzade Ahmet tarafından Sultan II. Bayezid adına 1486 tarihinde yaptırılmıştır. II. Bayezid Cami Minberi ak mermerden yapılmış olup dönemindeki anlatıma göre “kilvekari” tekniği uygulanmıştır. Günümüzde bulunmayan bir kapısı olduğu eski belgelerde belirtilmiş olup “Ve ak mermerden mihrab işlenmiştir, mukarnasdur. Ve minber işlenmiştir, ak mermerden sade kilvekari. Ve kapusi dahi ak mermerdendir. Dehi girih kazılmışdır, açılır, yapılır” şeklinde ifade edilmektedir. Şekil 2.38’ de Amasya II. Bayezid Cami minberi gösterilmiştir.



Şekil 2.38. Amasya II. Bayezid Cami minberi [88].

Ayrıca, "dehi girih kazılmışdır" ifadesiyle, büyük bir ihtimalle, minberdeki süslemelerden minberin batı aynalığındaki, on kenarlı, 0,64 m. çapında, taştan ve geometrik desenlerle bezeli rozet belirtilmiştir. Minberde bu rozetin dışında, korkuluğun her iki yanında, siyah ve beyaz mermerden yapılmış, 0,30 m. çapındaki, birer kabarah rozet ve sivri kemerli kapı alınlığında, bitkisel bezemeler ile alınlığın sağ ve sol yanlarında, kabartma sülüs yazıları da vardır [89].

74x180 cm ölçülerindeki *kapı* açıklığının üzeri, gemi teknesi sivri/teğet kemerle son bulmaktadır. Kemer köşelikleri palmet ve Rumilerle süslenmiştir. Motifler altın yaldıza, zemin yeşile boyalıdır. Kapının üst çerçevesinden aynalığa geçiş mukarnas sıralarıyla sağlanmıştır. Aynalıkta, kabartma celi sülüsle "Kelime-i Tevhid" yazılıdır. Harfler altın yaldızla boyanmıştır. Dekoratif şekilli tepeliğin, ön yüzünde palmet ve rumi kabartmaları mevcuttur. Motiflerin yüzeyleri oluklu oyma tekniğiyle işlenmiştir. Doğu yan aynalıktaki ongen madalyonun içinde, kolları iki paralel hatlı on kollu yıldız örneği bulunmaktadır. Bu yıldızın, her iki kolunun bittiği kesimlerde beş sivri kollu yıldız meydana gelmektedir [55].



Şekil 2.39. Amasya II. Bayezid Cami minberi yan aynalık.

2.3.5. Taş Süslemeli Mihraplar

Tezyinde farklılık gösteren ve uygulanan teknikleriyle zarif taş süslemelere sahip olan çoğu cami mihrapları bulunmaktadır. Gerek taş süslemeleri gerek çinileriyle göz kamaştıran bu cami mihraplarından bazıları mimari ve motif detayları açısından incelenecektir. Bunlar Trabzon Ortahisar Cami Mihrabı, Bursa Yeşil Cami Mihrabı, Sokullu Mehmet Paşa Cami Mihrabı ve Ankara Arslanhane Cami Mihrabı' dır.

2.3.5.1. Trabzon Ortahisar Cami Mihrabı

Trabzon'un fethinden sonra Fatih Sultan Mehmed'in şehrin en eski kilisesinden çevirip ilk cuma namazını kıldığı cami olarak bilinen yapı tarihi öneme sahip bir yapıdır.

Şehir merkezinde sur içinde yer alan yapının ilk defa IV-V. yüzyıllarda Aziz Andreas'a izâfe edilen bir manastır kompleksinin içinde yapıldığı kabul edilmektedir. XI-XII. yüzyıllarda üç nefli bir bazilika olarak yenilenmiş, 1214-1235 yılları arasında haç planlı hale getirilmiştir. Trabzon'un 1461 yılında fethinden sonra Fâtih Sultan Mehmed tarafından camiye çevrilmiş ve mimari özelliklerini koruyarak günümüze kadar gelmiştir.



Şekil 2.40. Trabzon Ortahisar Cami mihrap.

Mihrap taştan yapılmış olup süsleme bakımından zengindir. Üçgen mihrap nişinin yan yüzleri, aradaki bordürleri geometrik bezelidir. Nişin üzerinde mukarnaslı bir kavsara yer alır. Bu nişi çevreleyen geniş bordürlerden en dıştaki, mihrabın yarı yüksekliğine kadar uzanan kare kesitli ayaklar üzerinden başlayan geçmeli geometrik süslemelidir. içte ise mukarnaslı geniş bordür ve aralarında zencerekli silme bulunan iki kapalı sekizgenler geçmesinden oluşmaktadır. Nişin üstündeki aynalıkta geometrik rozetler vardır. Mihrabın doğu yan yüzündeki onarım kitabesinde 1215 (1800) tarihi ile Ömer ismi okunmaktadır [90].

Mihrap diktörgen formda olup, farklı renlerde taş süslemeleri yapılmıştır. Alçak oyma tekniği kullanılarak, inişli çıkışlı işlemler görülmektedir.



Şekil 2.41. Trabzon Ortahisar Cami mihrap ve minber.

2.3.5.2. Bursa Yeşil Cami Mihrabı

Erken Dönem Osmanlı eserleri arasındaki en güzel örnek olarak söyleyebileceğimiz Yeşil Cami Mihrabı'nda iç mekanda çoğu yerde çini kullanılmıştır. Eşsiz mihraba sahip olan yapıda tamamen çini hakimdir. Çiniyle süslemeler yapılmış mihrap 1067 cm. yüksekliğinde ve 628 cm genişliğindedir ve renkli sır tekniği denilen bir uygulamayla süslenmiştir. Mihrapta yedi bordür bulunmakla birlikte herbirinde çeşitli bitkisel motifler, rumiler, dallar, çiçekler, palmetler ve renkli motiflere yer verilmiştir. Şekil 2.42' de Bursa Yeşil Cami mihrabındaki mukarnaslı kavsara gösterilmiştir.



Şekil 2.42. Bursa Yeşil Cami mihraptaki mukarnaslı kavsara [91].

Mihrabın kavsarası, 12 sıra halinde mukarnaslarla yapılmış ve 307 cm yüksekliğindedir. Her bir mukarnas kısmının yüzeyinde farklı bitkisel motifler uygulanmıştır. Kavsara, sivri kemerli, istiridye kabuğu biçiminde bir nişle son bulmaktadır. Kemer altında S kıvrımlar yapan beyaz ve türkuaz renkli iki dalın birbirine dolaşmasıyla meydana getirilmiş bitkisel kompozisyon yer almaktadır. Beyaz dallar üzerinde rumiler, türkuaz renkli dallar üzerinde goncalar bulunmaktadır [92].

2.3.5.3. Sinan Paşa Cami Mihrabı

Mimar Sinan'ın nadide eserlerinden biri olan Sinan Paşa Cami'nde bulunan mihrap üstadın sadelik anlayışına uymaktadır. Nitekim mihrabı çok ince ve zarif, en- boy oranı gayet belirgindir. Ancak daha sonraları üzerine süslemeler ve desenler yapılmıştır. Bu süsleme ve desenler mihrabı insanı biraz yoran karmaşık bir yapı haline getirmiş diye düşünüyorum. Mimar Sinan'ın sadeliğinde kalmış olsaydı keşke.



Şekil 2.43. Sinan Paşa Cami mihrabı.

Mihrabın nişlerinin yanlarında sütünceler vardır. Mukarnaslı kavsarası yüksek bakışlı ve birçok tabakadan oluşturulmuş olup niş kemerinin iki tarafında da kabartma tekniği uygulanıp rozetler eklenmiştir.

2.3.5.4. Ankara Arslanhane Cami Mihrabı

Ankara Arslanhane Cami diğeri adı ile Ahi Şerafeddin Cami olan bu eser, dış mekana bakılınca sade bir hal görülmesine rağmen iç mekan bunun aksine detaylı bir şekildedir. Selçuklu ve beylikleri dönemindeki camilere ve işlemlere en uygun örneklerdendir. Cami içi ahşap direklerle düz tavana doğru konstrüksiyon oluşturulmuştur. Şekil 2.44' te Ankara Arslanhane Cami minare ve taç kapısı gösterilmiştir.



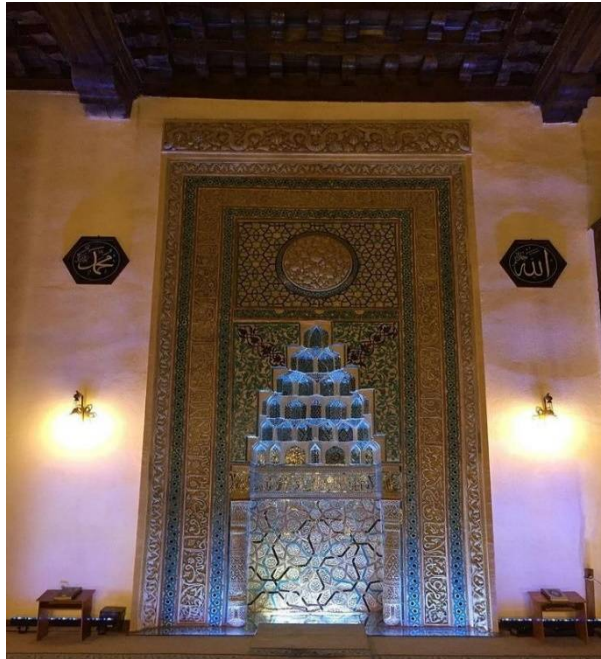
Şekil 2.44. Ankara Arslanhane Cami minare ve taç kapıya bakış [93].

Mihrap Anadolu Selçuklu döneminin kendine has özelliklerini taşıyan süslemeleriyle eşsiz güzellik sunan eserlerindendir. Çinilerle birlikte farklılık oluşturmaktadır. Mozaik tekniği kullanılmıştır. Nişlerinde rumi desenler incelikle kullanılmış olup mukarnaslı kavsarası altı sıralıdır. Nişlerinde turkuaz ve mor renkli çini mozaik ve alçı oyma teknikli girift bir bezeme bulunur [94]. Mihrabın üst alınlığında muazzam bir madalyon bulunmaktadır. Burada yüksek kabartma tekniği ile alçılı bezeme uygulanıp turkuaz ve patlıcan moru renginde olan çini mozaikler derinleştirilmiştir.



Şekil 2.45. Ankara Arslanhane Cami ahşap sütunlar ve düz tavan.

Arslanhane Camii mihrabında süslemelerde alçı yalnız uygulandığından bu işlemler duvar üzerinde işlendiğini belirtilmektedir. Bununla birlikte mihrap üzerindeki kısımda bulunan eşsiz kabaranın yüksek kabartmayla ve şekillendirilmesinin önceden yapıp bu yere yerleştirildiği söylenebilir. Nişlerde ise sırlı tuğla ve alçı bezemelerin kaplanmış olduğu görülür [95].



Şekil 2.46. Ankara Arslanhane Cami mihrabı.

2.4. AHŞAP SÜSLEMELER

Ahşap, Selçuklularda ve Osmanlılarda camilerde ve diğer mekanlarda yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Bununla birlikte ibadet mekanlarında en çok minber, mihrap ve kapılarda ahşap malzemeye rastlanır. Dönemin geometrik, bitkisel, nesnel ve birçok motiflerini ahşap ile buluşturarak farklı uygulama teknikleriyle birlikte mükemmel eserler ortaya koyulmuştur. Günümüze kadar ulaşan bu ahşap yapılar, uygulanan koruma teknikleri ve ağaç türlerinin uygun seçiminin yanısıra kullanıldıkları yerlerdeki uygulama teknikleriyle ön plana çıkmaktadır.

Ahşap süsleme teknikleri uygulayarak bu sanatın en nadide eserleri XII. Ve XII. Selçuklular zamanında yapılmış olup farklı teknikler uygulanmıştır. En önemli teknikleri oyma ve künde kari tekniğidir. Osmanlı döneminde de bu tekniklerden yararlanılmıştır. Tezyinat Osmanlı'lar için çok önemlidir. Eserlerde de bu süslemeler görülmektedir. Geometrik, bitkisel ve yazı tezyinatı çevresinde eserler verilmektedir [96]. Erken dönem Osmanlılar' da Selçuklu oyma sanatı sürdürülmüş olup tezyinatta kufi, sülüs yazılarıyla geometrik ve bitkisel motifler uygulanmıştır. Bununla birlikte XV. yüzyılın ortalarından sonra verilen eserlerde "kakma" tekniği de kullanılmıştır.

Anadolu Selçuklu Dönemi Camilerinde ahşap kullanımı yapının tamamında veya bazı kısımlarında olmak üzere titiz çalışmalarla uygulanmıştır. Anadolu Selçuklu Döneminde en önemli ahşap yapı minber olmakla birlikte burada gördüğümüz bitkisel ve geometrik süslemelere kapı ve pencerelerde de rastlıyoruz. Günümüzde Vakıflar Genel Müdürlüğünde bulunan Ahi Elvan Cami pencere kanatları buna en güzel örnektir. Ahşap oyma tekniği kullanılmış olup motiflerde palmet, yaprak ve kıvrımlı dallar görülmektedir.

Anadolu Selçuklu Döneminde minberler çoğunlukla ahşaptan yapılmaktaydı. Ahşap sanatını en ince ayrıntısına kadar gösteren minberlerdir. Minberlerde kullanılan teknikler ve motiflerle bezenmiş kısımlar birçok esere örnek niteliğindedir. Daha sonraki dönemlerde beylikler ve Erken Osmanlı Devirlerinde de etkisini güçlü bir şekilde hissettirecektir. Çizelge 2.3' te Anadolu Selçuklu dönemi camilerde ahşap kullanımı gösterilmektedir.

Çizelge 2.3. Anadolu Selçuklu dönemi camilerde ahşap kullanımı [43].

	Ahşabın Kullandıldığı Kısım					
Eserin Adı	Cami tamamı	Minber	Kapı kanadı	Tavan	Sütunlar	Hünkar Mahfili
Afyonkarahisar Ulu Camii		Ahşap		Ahşap	Ahşap	
Amasya Burmalı Minare Camii		Ahşap				
Amasya Gök Medrese Camii			Ahşap			
Ankara Arslanhane Camii		Ahşap		Ahşap	Ahşap	
Ankara Kızılbaş Camii		Ahşap	Ahşap			
Ankara Kuyulu (Hoca Paşa) Camii			Ahşap			
Ankara Muhyiddin Mesud Camii		Ahşap				
Çorum Muzaffer Paşa Camii		Ahşap				
Elazığ Harput Ulu Camii		Ahşap				
Eskişehir Sivrihisar Ulu Camii		Ahşap		Ahşap	Ahşap	
Kastamonu Atabey Gazi Camii					Ahşap	
Kayseri Develi Ulu Camii		Ahşap				
Kayseri Huand Hatun Camii		Ahşap				
Kayseri Lala Muslihiddin Camii		Ahşap				
Kayseri Ulu (Sultan) Camii		Ahşap	Ahşap			
Konya Alaaddin Camii		Ahşap				
Konya Sahip Ata (Lârende) Camii			Ahşap		Ahşap	
Mardin Ulu Camii		Ahşap				

Samsun Çarşamba Gökçeli Camii	Ahşap					
Samsun Çarşamba Yayıncılar-Şeyh Hâbil Köyü Camii	Ahşap					
Siirt Ulu Camii		Ahşap				
Sivas Divriği İç Kale (Şahinşah) Camii		Ahşap				
Sivas Divriği Ulu Camii		Ahşap				Ahşap



Şekil 2.47. Ahi Elvan Cami pencere kanatları.

Bu dönemde pencere kanatlarındaki oyma tekniği en mükemmel örnekleri vermektedir. Minberde, Kapı kanatlarında görmeye alışık olduğumuz bu tarz süslemeler pencere kanatlarında da karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2.48. Ankara Hacı Hasan (öğlen) Cami kapısı 13. Yüzyıl.

Osmanlı Dönemi Camilerinde genel olarak ahşap malzeme çoğunlukla ana kapı kanatlarında ve pencerelerde kullanılmaktaydı. Kündekari tekniği bu dönemde çok uygulanmıştır.

2.4.1. İç ve Dış Mekanda Ahşap Süslemeler ve Motifler

İç mekanda bulunan minber, mihrap, vaiz kürsüsü, müezzin mahfili, sütunlar, iç kapı kanatları, iç pencere kanatları, hünkar mahfili gibi yapılar, dış mekanda ise ana kapılar, pencere dış kısımları gibi yapılar ahşap sanatının en ince ustalıklarıyla bu dönemlerde sergilenmiştir. Çeşitli motiflerin tezyinata farklılıklar oluşturmakla birlikte bunları belirli süslemeler adı altında toplayabiliriz. Bunlar bitkisel motifler, geometrik motifler ve nesnel motiflerdir.

2.4.1.1. Bitkisel Motifler

Genelde taş süslemelerde kullanılan bitkisel motifler de ahşapta uygulanabilmektedir. Rumiler, palmet, kıvrımlı dallar, çeşitli yaprak motifleri, çiçekler, güller, kabaraların üzerine bitkisel motifler gibi süslemeler uygulanmaktadır. Bazı eserlerde bitkisel süslemeler geometrik süslemeler ile beraber kullanılmıştır. Minber ve mihrap bordürlerinde çoğunlukla bitkisel motifler uygulanmıştır ve sonsuzluk ibaresi olarak sürekli devam eden şekilde oluşturulmuştur. Bitkisel süslemelere minberde yan aynalıklarda, kapı taç kısmı, kemerlerde, minber kapısında, geometrik motiflerin içlerinde görebiliriz. Taş süslemelerde bitkisel motiflerden bahsetmiştik.

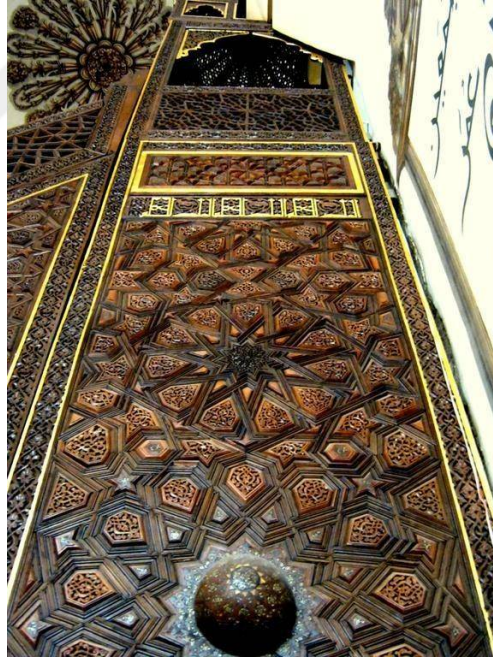
2.4.1.2. Geometrik Motifler

Geometrik süslemelerin ana elamanı çok kollu yıldızlar oluşturmaktadır. Çokgenler, sivri kollu yıldızlar gibi geometrik şekiller yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Kündekari

tekniki de bu şekillere göre oluşturulmaktadır. Kafes oyma tekniği taş süslemelerde uygulama alanı oluşturduğu gibi ahşapta da çoğunlukla uygulanmıştır.

Geometrik şekillerde bazı anlamsal ve felsefik anlayışta söz konusudur. İslam inanç ve felsefesine göre “Allah ve insanın bütünlük içinde olduğu ve bununla birlikte tüm alemde ritmik bir ahenk olduğu” görüşü hakimdir. Bu da geometrik şekillerle anlatılmak istenilmiştir [42]. Bilindiği gibi altı köşeli yıldız figürü ile çoğu yerde karşılaşmaktayız. Bizim eserlerimizde kullanılan bu yıldız Mühr-i Süleyman olarak ifade edilen altı köşeli yıldızdır. Devlet olmak ve hükmetmek sembolü olarak bilinir. Merkezi motif süslemesi olarak karşımıza çıkan bu yıldız halk inancına göre şeytanın ve kötülüğün o yere uğramayacağı inancıdır. Hz. Süleyman’a verilen hükmetme ve devlet düşüncesi ile birlikte bu mühürde kudreti ve gücü ifade etmektedir [97].

Geometrik motifleri birbirine bağlayan “Geçme” adı verilen bir alttan bir üstten şaşırtmaca şerit şeklinde, çok kullanılan geçmişli olan bir motiftir. Geometrik motiflere derinlik hissi ve boyut verir.



Şekil 2.49. Geometrik süsleme ve kündekari.

2.4.2. Ahşap Süslemede Kullanılan Teknikler

Ahşap Süsleme işlemlerinde birçok teknik kullanılmaktadır. Anadolu Selçuklu ve Osmanlı Dönemlerinde bu tekniklerden Ahşap Oymacılık Tekniği, Ahşap Kabartma

Tekniği, Kündekari Tekniği ve Kakma (Marketri) Tekniği uygulanarak döneme damga vuran eserler ortaya koyulmuştur.

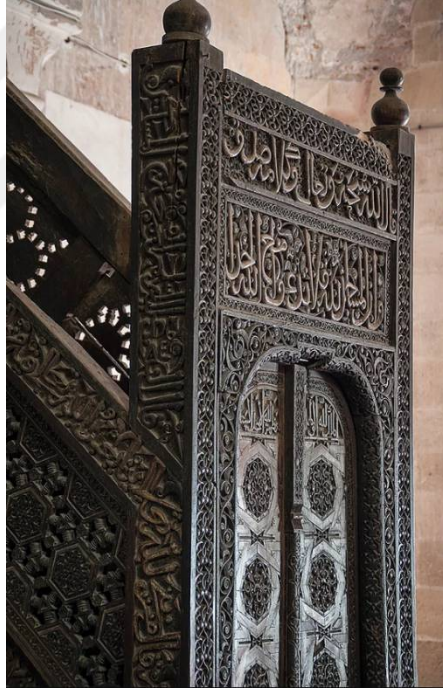
2.4.2.1. Ahşap Oymacılık Tekniği

Ahşap oymacılığında kendine özgü bir teknik gösteren Anadolu Selçuklu dönemi, daha sonraları beylikler ve Osmanlı döneminde de bu etkisini sürdürmüştür. Bursa Ulu Cami minberi Osmanlı ahşap oymacılığının Anadolu Selçuklu döneminden sonraki ilk örneği olarak verilebilir. Camilerinde mihrap, minber, pencere, kapı kanatları, vaiz kürsüsü gibi kısımlarda birbiriyle geometrik ve simetrik yaprak, kıvrımlı dallar, rumiler oyma motifleri ile süslenmiştir. Minber bordürlerde de görülen bu teknik ile bu kısımlara kufi hatta veya sülüs yazıyla oyma yapılmıştır. Ayrıca oyma tekniğiyle verilen açı ve gölge-ışık kompozisyonu bu eserlerde toz –kir gibi etkilere karşı korumaktadır.

Oyulan derinliğine göre 1 mm den 20 mm e kadar boşaltılan, motiflerin süslemeleri kabartma durumunda gözüken bir kompozisyonudur [98]. Düz oyma tekniğinde; senkronize şekilde bir bütünlük içinde hissettiren motifin dışında kalan kısımlar az miktarda oyularak indirilmiştir. Motifler aynı yüksekliktedir. Ön kısımlara bir işlem uygulanmamış ve kenarları zemin kısma 90 derecedir [99]. Yuvarlak oyma tekniğinde; motifler engebeli yuvarlak bir hat oluşturmak üzere uygulanmıştır. Derin işlemlerde kafes-ajur etkisi hissedilir. Eğri Kesim Tekniğinde ise uygulanacak motif ile zemin kısmı iç içe geçmiş şekilde olup kıvrımlı derinlikler belirgindir. Kafes tekniklerinden biri olan Kafes Oyma Tekniği; diğer adıyla “Ajur” Osmanlı döneminde yaygın kullanılan tekniktir. Minberlerde çoğunlukla kullanılan bu teknik motifin dışında kalan kısımların bütünüyle oyulup çıkarılması esasına dayanır. Ön görünüşünden bakıldığında arka taraf görünmektedir. Oluklu oyma tekniği; rumilerle, motiflerle, kıvrımlı dallarla, yaprak saplarıyla, geometrik çizgilerin arasında kalan kısımlar ve birçok süslemede çizgilerin ortalarına yivli görünüm kazandırmak için oyulan kısımda kullanılmaktadır. Süslemeye kesitten bakılınca derinlik hissi belirgindir. Bordürlerde, çizgilerin geçiş boşluklarında yüzeysel işleme gibi görünür. Bilhassa yaprak ve bitkisel motifli süslemelerde kıvrımlı derinlik verilir. Bununla birlikte çift katlı oyma tekniği de ahşap oyma tekniklerinden biridir. Altta kalan motifler; arabesk, kıvrımlı bitkisel motifler gibi düz yüzeyli derin oyma ile üst tarafta kalan motifler ise yuvarlak yüzeyli derin oyma ile belirginleştirilmiştir.



Şekil 2.50. Ankara Alaeddin Cami minberi ahşap oymacılık [100].



Şekil 2.51. Sivas Divriği Ulu Cami minber oyma tekniği.

Oyma tekniklerinin özenle uygulandığı önemli bir eser olan Sivas Divriği Ulu Cami Minber’inde çift katlı oyma tekniğide görülmektedir. Minber kapısının üst alınlığında belirgindir.

2.4.2.2. Kündekari Tekniği

Küçük ve geometrik ahşap parçaların birbirine belirli açılarla geçmeler ile bağlanma tekniği olarak ifade edilen kündekari tekniği türk-islami tekniğidir. Selçuklu döneminde, Beylikler ve Osmanlı döneminin büyük bölümünde önemli değeri olan tekniktir. Osmanlılarda islami düşünceye göre şekillendirilen geometrik motifler sonsuz biçiminde bezemeler halinde devam etmektedir [101]. Bu geometrik motiflerde de güneş sistemi, çeşitli yıldızlar, hayat ağacı gibi kainata, doğaya ve hayata yönelik simgesel süslemeli motifler oluşturulmuştur. Geleneksel ahşap sanatında minberlerde, kapılarda, pencerelerde görülen kündekari tekniği üsluplaşmış geometrik bezemeyi oluşturmuş ve gelişimini sürdürmüştür. Sabır, ince işçilik, üzerinde titizlikle çalışılan bu teknik ağaç malzemedeki çalışmayı ve ayrılmaları engelleyen bir yöntem olmasından dolayı önemlidir [101].

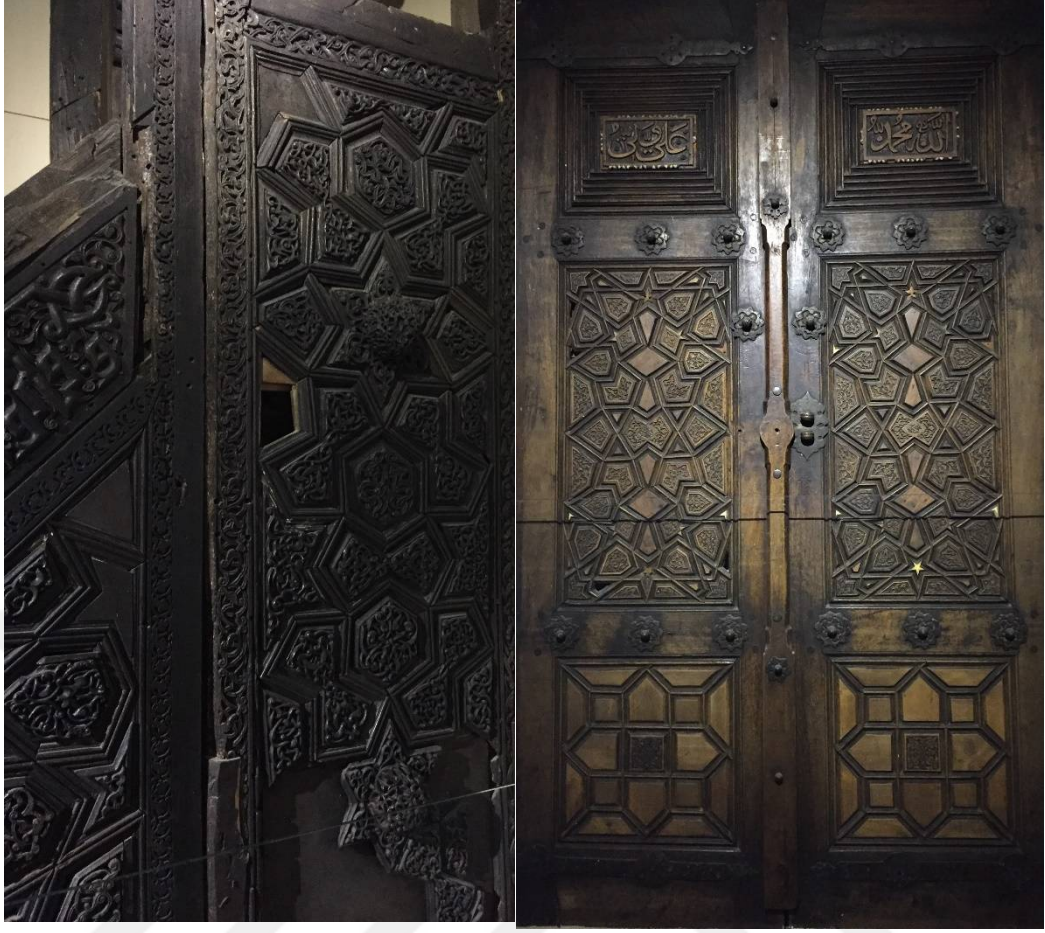
Ahşap sanatında birçok teknikten yararlanılsa da; çeşitli motiflerin, bitkisel ve geometrik motiflerin ahşabın bütününe uygulanmasında problemler ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunlardan en önemlisi ahşap malzemenin uygulandığı bölgede açılmalar, şekil değişiklikleri ve bozulmalardır. Belirli bir zamandan sonra oyulan bu yüzeyler birbirinden çıkıyor ve ara kısmında derin yarılmalar olabiliyor. Bunun sonucunda dönemin mahir ustaları, birbirine geçme kanal düzeni ile birlikte aynı tür ağaçlar ile özgül ağırlıkları yakın renk uyumu olan türlerde bu tekniği uygulamışlardır. Hiçbir çivi ve yapıştırıcı kullanmadan kanal düzeni ile birliktelik sağlayarak birbirine geçmeler şeklinde istenilen geniş yüzeyler elde etmişlerdir [102]. Kapılarda, minberlerde, vaiz kürsülerinde çoğunlukla uygulanan bu teknik Selçuklular, Osmanlılar ve İslam ülkelerinde yayılmış, yaratıcı eserler meydana çıkarılmıştır. Az zaiyat vererek geniş yüzeyler elde edilmiş bunun sonucunda yüzyıllar sürecektir dayanıklı yapılar ortaya koyulmuştur.

Yıldızlı geçme şeklinde uygulanan geometrik şekillerde üst kısımlarına istenilen oymalar, kabartmalar, kakmalar gibi süslemeler yapılabilir. Kapı kanatlarında çok fazla düşünülen bu teknikte dış mekandan da etkilenen ahşap malzemenin çeşitli deformasyonlara ve daralma- genişleme (çalışma) durumunu da düzeltici etkisi vardır. Bilindiği gibi ahşap malzemenin kurutulması en önemli etkidir. Rutubet derecesinin bulunduğu ortama uygunluğu sağlanmalıdır.

Kündekari, ahşap malzemede kullanım yeri ve amacına göre ortamın sıcaklık ve bağıl nemindeki değişimler sonucu oluşan çalışmaya karşı bundan doğacak iç gerilmeleri düşürerek ve estetik geniş yüzeyler elde etmek için küçük belirli ölçülü parçaları geometrik şekillerle (yıldız, kare, üçgen, altıgen vb.) birbirine geçmeli olacak şekilde eklenmesinde uygulanan yapım tekniğidir [103]. Kündekari teknikleri yapım tekniği açısından “hakiki kündekari” ve “taklit kündekari” olarak adlandırılırlar.

Hakiki kündekari tekniği; parçalar geçme şeklindedir. Yapıştırıcı ve çivi kullanılmamaktadır. Çatma tekniği olup yıldız ve çokgen formunda parçaların birbirleriyle bağlanması prensipine dayanır. Bu formda bulunan çeşitli motifli oymalar ve arabesk kıvrımlarla süslenmiş masif parçalar bulunur. Bu parçaları birbirine geçiren oluklu masif kirişler içiçe geçerek bağlanmıştır. Bu teknikte uygulanan masif parçalar geçme şeklinde olduğundan bütün olarak ayrılmalar ve bozulmalar görülmez [99]. Uygulanması zor olan bu teknikte geometrik şekiller üzerinde istenilen süslemeler yapılabilir. Hakiki kündekari de küçük parçaların lif doğrultuları, kesim yönleri birbirine zıt yönde oluşturulduğundan dolayı biri diğerinin nem ve ısıdan çarpılmasına engel olduğu için kapı kanatları ve minberler yüzyıllardır sağlamlığını korumaktadırlar. Hakiki kündekari tekniği birleştirme ve süsleme tekniğini birarada uygulayan teknik olmakla birlikte omurga çıtalarının bir kısmı narlama olarak yerleştirilir. Böylece dış kuvvetlere ve dirençlere dayanıklılık artırılır [76].

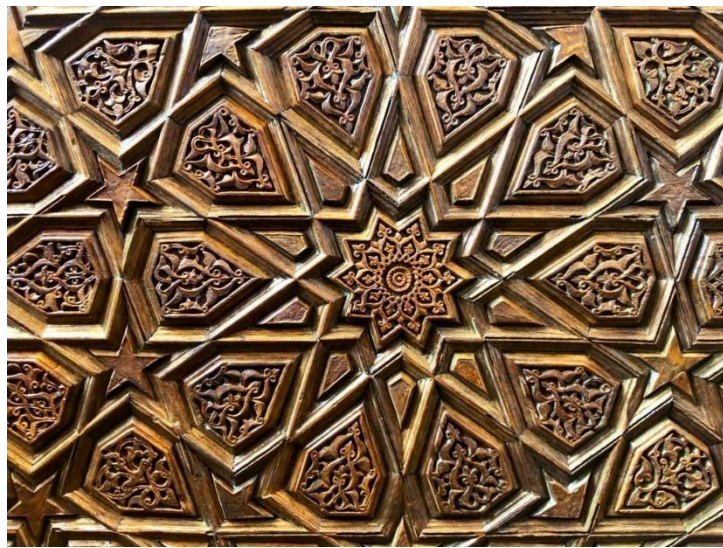
Narlama ; kendisiyle zıvanalı birleşen omurga çıtalarını tek eksende toplamak için, sisteme dik yönde gelen kuvvetlere karşı direnç oluşturan ve eksenin iki ucu arasında kesintisiz devam eden omurga çıtasına verilen addır [104].



(a)

(b)

Şekil 2.52. Hakiki künkari tekniği: Siirt Ulu Cami minberi (a) Eskişehir Şeyh Şücaeddin Türbe kapısı (b).



Şekil 2.53. Künkari ve iç kısımdaki süsleme.

Çizelge 2.4’ de hakiki künkari tekniği ile yapılan eserlerden bazıları gösterilmiştir.

Çizelge 2.4. Hakiki künde-kari tekniği ile yapılan eserlerden bazıları [76], [99].

Eserin Adı	Kısım	Yapım zamanı	Künde-kari Tekniği
Konya Sahip Ata Cami	Kapı	1258	Hakiki Künde-kari
Konya Sahip Ata Türbe	Kapı	1283	Hakiki Künde-kari
Beyşehir Eşrefoğlu Cami	Kapı	1296-1299	Hakiki Künde-kari
Bursa Yeşil Türbe	Kapı	1421	Hakiki Künde-kari
Edirne Üç Şerefeli Cami	Kapı	1447	Hakiki Künde-kari
Konya Alaeddin Cami	Minber	1155-1156	Hakiki Künde-kari
Aksaray Ulu Cami	Minber	XII. Yüzyıl	Hakiki Künde-kari
Harput Sare Hatun Cami	Minber	XII. Yüzyıl	Hakiki Künde-kari
Malatya Ulu Cami	Minber	XIII. Yüzyıl	Hakiki Künde-kari
Siirt Ulu Cami	Minber	XIII. Yüzyıl	Hakiki Künde-kari
Sivrihisar Ulu Cami	Minber	1275	Hakiki Künde-kari
Beyşehir Eşrefoğlu Cami	Minber	1296-1299	Hakiki Künde-kari
Niğde Sungurbey Cami	Minber	XIV. Yüzyıl başı	Hakiki Künde-kari
Ürgüp Taşkın Paşa Cami	Minber	XIV. Yüzyıl başı	Hakiki Künde-kari
Birgi Ulu Cami	Minber	1322	Hakiki Künde-kari
Manisa Ulu Cami	Minber	1376-1377	Hakiki Künde-kari
Manisa İvaz Paşa Cami	Minber	1487	Hakiki Künde-kari
Bursa Ulu Cami	Minber	1399	Hakiki Künde-kari

Taklit künde-kari tekniği; künde-kari tekniği görüntüsü verebilmek için yapılan konstrüksiyonu zayıf olan tekniktir. Hakiki künde-kariye göre daha az işçilik ve kaba

tekniktir. Çakma ve kabartmalı künde-kari tekniği, tamamen çakma ve yapıştırma künde-kari tekniği, tamamen kabartmalı künde-kari tekniği olmak üzere kısımlara ayrılır.

Çakma ve kabartmalı künde-kari tekniği; hakiki künde-kari tekniğinden ayırt edilmesi zordur ancak hakiki künde-kariye en çok benzeyen tekniktir. Yıldız, sekizgen, baklava şekilli kısımlar ve göbeklerine kıvrımlı arabesklerle kabartılmış süslemeler yapılır. Bu şekillerin arasına da geometrik kafesi oluşturan kirişler çakılmıştır. Genellikle minber aynalarında ve kapı kanatlarında görülür. Ahşap blokla bütün halde olduğundan çivi yoktur ancak arada kalan çıtalarda çivi kullanılmıştır. Ahşap bloklarda belli bir zaman sonra ayrılmalar görülür.

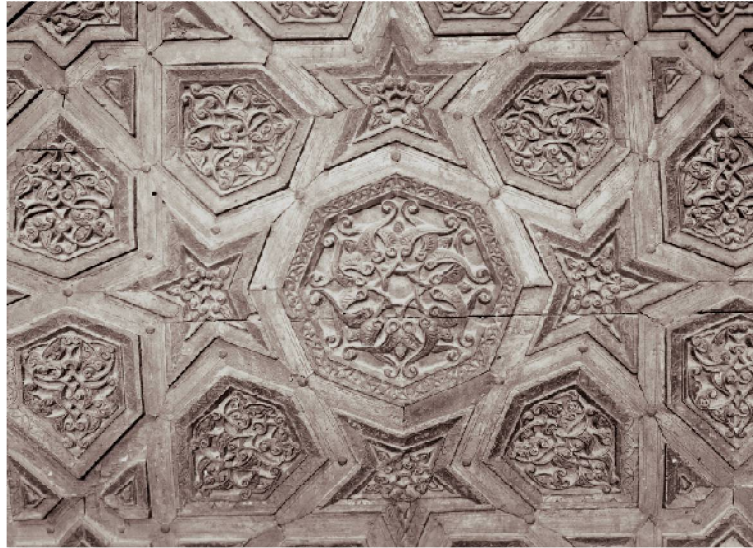
Tamamen çakma ve yapıştırma künde-kari tekniğinde kaba bir işlem vardır. Ahşap bloklar üzerine çıtalar ile içindeki masif oymalı ve süslemeli parçaların çivi ve yapıştırıcı ile birleştirilmesi esasına dayanır. İlerleyen yıllarda ahşap malzemedeki bozulmalar ve rutubetin de etkisiyle parçalarda şekil değışikliği görülür ve yapıştırıldığı yerden ayrılmalar ve aralarının açılması görülür [105].

Tamamen kabartmalı künde-kari tekniği olarak bilinen diğ-er teknikte, minber kapılarının alt kısmında, pencere kanatlarında, kapılarda daha az kalınlığı olan kısımlarda görülür. Sekizgenler, yıldızlar, baklavalara ve arasındaki geometrik kafes aynı ahşap bloğun kabartması şeklindedir. Kabartma kalınlıkları düşüktür. Bununla birlikte içeri-si çeşitli süslemelerle kabartılmış masif dolgulu kısım ile kafes arasında çok belirgin bir çizgi yoktur. Yani sınırları bariz belirgin gözükmez.



Şekil 2.54. Merzifon Çelebi Sultan Cami kapısı.

Şekil 2.55’ de çakma ve kabartmalı taklit künde-kari -Ankara Aleaddin Cami minber aynası gösterilmiştir.



Şekil 2.55. Çakma ve kabartmalı taklit künde-kari -Ankara Aleaddin Cami minber aynası (Harika-Kemali Söylemezoğlu arşivi) [106].

Çizelge 2.5’ te taklit künde-kari tekniği ile yapılan eserlerden bazıları aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. Taklit künde-kari tekniği ile yapılan eserlerden bazıları [99].

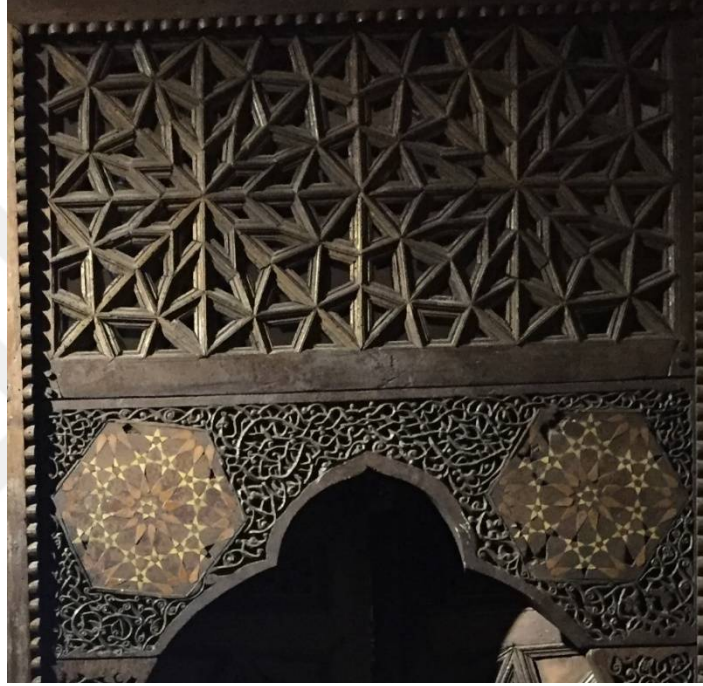
Eserin Adı	Kısım	Yapım zamanı	Künde-kari Tekniği
Ankara Aleaddin Cami	Minber	1197-1198	Çakma ve Kabartmalı Künde-kari
Kayseri Ulu	Minber	1205	Çakma ve Kabartmalı Künde-kari
Kayseri Huand Hatun Cami	Minber	1237	Çakma ve Kabartmalı Künde-kari
Ankara Kızıl-bey Cami	Minber	XIII. Yüzyıl	Çakma ve Kabartmalı Künde-kari
Divriği Ulu Cami	Minber	1228-1229	Çakma ve Kabartmalı Künde-kari
Divriği Ulu Cami	Doğu Kapısı	1228-1229	Çakma ve Kabartmalı Künde-kari
Ankara Arslanhane Cami	Minber	1289-1290	Çakma ve Kabartmalı Künde-kari
Çorum Ulu Cami	Minber	1306	Çakma ve Kabartmalı Künde-kari
Ankara Ahi Elvan Cami	Minber	1382	Çakma ve Yapıştırma Künde-kari
Amasya Mehmet Paşa Cami	Kapı	XV. Yüzyıl	Çakma ve Yapıştırma Künde-kari
Merzifon Çelebi Sultan Mehmet	Kapı	XV. Yüzyıl	Çakma ve Yapıştırma Künde-kari
Kayseri Ulu Cami	Kapı	1205	Tamamen Kabartmalı Künde-kari
Ankara Baklacı Baba Cami	Kapı	1268	Tamamen Kabartmalı Künde-kari
Amasya Gök Medrese Cami	Kapı	XIII. Yüzyıl	Tamamen Kabartmalı Künde-kari
Birgi Ulu Cami	Pencere	1322	Tamamen Kabartmalı Künde-kari

2.4.2.3. Kakma (Marketri) Tekniği

Kakma tekniğine Selçuklu döneminde pek rastlanmamaktadır. Bu tekniğin Osmanlılarda XIV. ve XV. yüzyıl eserleriyle başladığı bilinmektedir. Ancak XIII. yüzyıl’ın sonlarına ait Beyşehir Eşrefoğu Cami minber yan aynasındaki yıldız motiflerinin etrafındaki kısımlarda görülür [76]. Çok ince işçilik gerektiren bu teknikte fildişi, sedef, kemik gibi malzemeler ahşap ile bir bütünlük göstermektedirler. Ahşap içine kakılarak uygulanır.

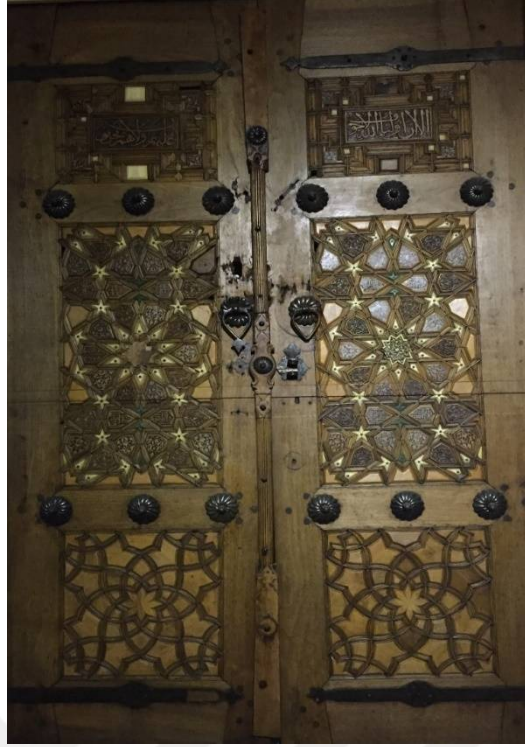
XIV. ve XV. yüzyıl eserlerinde kakma örnekleri yıldız ve rozet içlerine uygulanırken XVI. yüzyıl eserlerinde yüzeylerin tamamen kakma işlemi uygulandığı örnekleri vardır.

XIV. yüzyıl başlarında Taşkın Paşa Cami minberinde görülen ve en erken örneğine rastladığımız kakma tekniği, minber kapısının üst kısımlarındaki rozette görülmektedir. Altıgen rozet olup içleri kemik kakmalar ile süslenmiştir. Ankara Hacı Bayram Veli Türbesi iç kapısındaki kündekari tekniğiyle yapılmış geometrik şekillerin içlerine kakmalar uygulanmıştır. Kemik ve yeşim taşları kullanılmıştır [99].



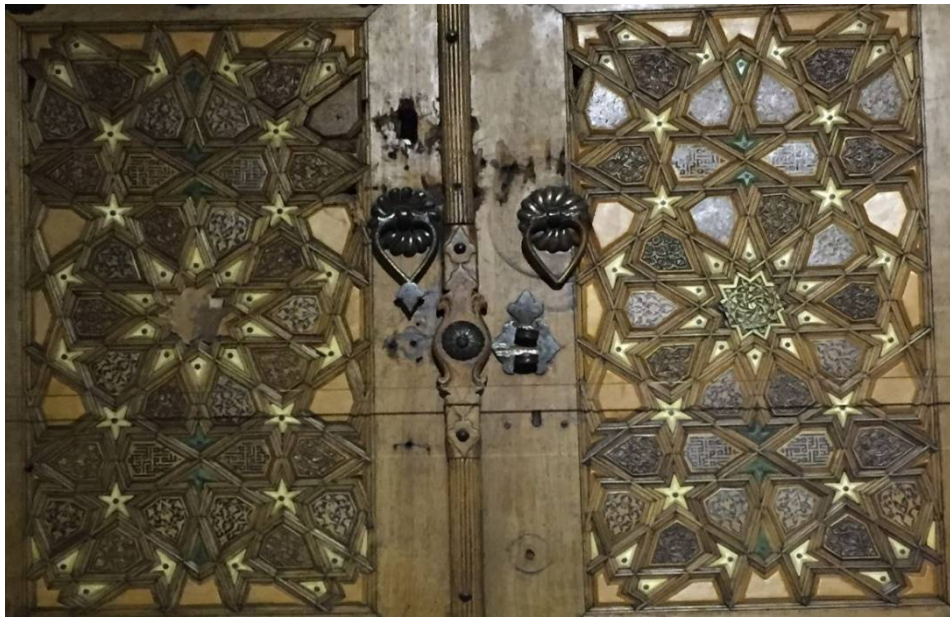
Şekil 2.56. Kakma tekniği- Taşkın Paşa Cami minber.

Kakma tekniğinde kakılacak parçanın boyutlarına göre ahşap malzemede oyuklar açılır ve buralara yerleştirilir. Kakma işlemi uygulanan parça yuvanın kalınlığı ile aynı olmakla birlikte bazı durumlarda biraz daha dışarı taşarak daha belirgin bir hal almaktadır. Uygun yapıştırıcı ile uygulama yapılır.



Şekil 2.57. Kakma tekniği-Hacı Bayram Veli Türbesi iç kapısı.

Kakma (marketri) başka bir ifadeyle; kaplamalar ve masif malzemeyle hazırlanmış yüzeylere, masif parçalar, fildişi, sedef, Hindistan cevizi kabuğu, çeşitli renkte masif kaplamalar, altın , gümüş gibi parçalar düzenli bir süsleme oluşturacak şekilde yerleştirilir [107].



Şekil 2.58. Kakma tekniği-Hacı Bayram Veli Türbesi iç kapısı göbek kısmı.

2.4.3. Camilerde Kullanılan Ağaç Türleri ve Elde Edilişi

Cami mimarisinde, süslemelerde, iç ve dış mekanda kullanılan ahşap malzemelerin seçimi önemlidir. Bununla birlikte Osmanlı ve Selçuklu döneminden günümüze kadar gelebilen ahşap eserler halen sağlamlıklarını ve dekoratif görünüşlerini korumaktadırlar. Bu dönemlerde minber, mihrap, vaiz kürsüsü, pencere kanatları ve kapılarda kullanılan ağaç malzeme özenle seçilir ve uygulanması için çeşitli aşamalardan geçirilir. Öncelikle bu eserleri ortaya çıkarmak için ağaç türünün iyi analiz edilmesi gerekiyordu. Uygun ağaç malzeme için iç mekan ve dış mekan koşullarına göre tercihler yapılmaktaydı. İç mekanda genellikle ceviz, kiraz, şimşir ve armut ağaç malzemesi tercih edilmiştir. Çoğu minberde ceviz ağacı kullanılmıştır. Bunun nedeni ağaç türünün kolay elde edilmesi, sertliğinin orta seviyede olması, özgül ağırlığı yüksek, lifleri sık, dağınık traheli, işlenmesi kolay, bağlantı işlemleri ve yapışması uygun ve odunu açık- koyu kahverengidir. Oymalı işlerde ve işlemelerde güzel ve estetik görünüm sağlar. Daralma ve genişleme fazla görülür bu yüzden iç mekan için daha uygundur.

Armut ağaçından elde edilen ahşap malzemede kullanılan diğer malzemedir. Rengi açık kırmızı ve kahverengidir. Sık dokulu odunu orta sertliktedir ve nemli ortamlara uygun değildir. Kiraz ise renginden dolayı çok tercih edilir, diri odunu sarımsı pembe ve öz odun kısmı açık kırmızımsı kahverengidir. Sert ve yarılmaması güçtür. İç mekan için uygundur. Şimşirde öz odun ile diri odun renk farklılığı yoktur. Dayanıklı bir ağaç olan şimşir ustalık gerektiren işlerde kullanılır. Meşe, dişbudak, maun, gül ve abanoz dış mekanda kullanıldığı gibi iç mekanda da minberlerde çok rastlamaktayız. Minberlerde kullanılan farklı ve çok değerli ağaç olan abanoz dekoratif ve desenleriyle estetik bir görüntü oluşturur. Öz odunu kahverengi diri odunu ise pembe ve açık kırmızımsıdır. Çok sert, dayanıklı ve oymalı- kakmalı işlemlerde uzun yıllar kalıcılığını korur [108].

Kündekari teknikleri uygulanırken ağaç türlerinin seçimine çok önem verilmiştir. Türk-İslam tekniğinin en gösterişli ahşap süsleme tekniği olan kündekaride ağaç malzeme olarak abanoz, gül, ceviz, elma, sedir ve armut kullanılmıştır.

2.4.4. Ahşap Süslemeli Minberler

Ülkemiz sınırları içerisinde tarihi değeri çok fazla, günümüze kadar görünümünü ve dayanıklılığını taşımış eşsiz ahşap minberler bulunmaktadır. Bu eserler özgün olup motif, süsleme ve tezyinat açısından cezbedicidir. Farklı bölgelerden eserler incelenerek, minberler arasındaki farklılıkları, ahşap süsleme tekniklerini, motiflerini, yöreyle uyumu

belirtilecektir. Bu ahşap minberler; Konya Alaadin Cami minberi, Bursa Ulu Cami minberi, Artvin Macahel (Camili) minberi, Artvin Düzköy Cami minberi, Artvin Muratlı Cami minberi, Beyşehir Eşrefoğlu Cami minberi, ve Ankara Arslanhane Cami minberidir.

2.4.4.1. Konya Aleaddin Cami Minberi

865 yaşındaki bu ulu eser günümüzde halen tüm ihtişamıyla karşımızdadır. Selçuklu Devleti'ne başkentlik yapmış Konya'da bulunan eser 1155-1156 yılında yapılmıştır. Selçuklularda minber ahşaptan yapıldı. Hakiki kündekari tekniğinin kusursuz uygulandığı eser de abanoz ağacı kullanılmıştır. Ancak bazı kaynaklarda ceviz ve hint meşesinin kullanıldığı belirtilir [109]. Minber boyutlarına bakıldığında çok yüksek olmamakla birlikte yüksekliği 420 cm ve uzunluk 360 cm dir. Minber kapısından yukarı köşk kısmına kadar 10 basamaklı merdiven bulunur [110]. Minberdeki oyma işlemleri yuvarlak oyma tekniğiyle yapılmış olup, minber kapısı üst alınlık kısmı ve taç kısmındaki kufi hat; çift katlı oyma tekniğinin çok güzel uygulandığı örnektir. Minber korkuluk iç kısımları, kafes oyma tekniği; diğer adıyla “Ajur” tekniğiyle yapılmıştır.

Minberin bütün kısımlarında boş yer bırakılmaksızın oyma ve süslemeler yapılmıştır. Minber korkuluğunun kenarlarında kufi yazılar vardır. Detaylarına bakıldığında farklı motifler uygulanmış bordürlerde rumi motifleri görmekteyiz. Minber yan korkuluk kısımlarıyla minber kapısının birleştiği yerdeki üçgenlerde eğri kesim tekniğinden de yararlanılmıştır. Şekil 2.59' da Konya Aleaddin Cami minberi ve şekil 2.60' da Konya Aleadin Cami minberi yan aynalık kısmı ve kündekari gösterilmiştir.



Şekil 2.59. Konya Aleaddin Cami minberi [110].



Şekil 2.60. Konya Aleaddin Cami minberi yan aynalık kısmı ve künde-kari [111].

2.4.4.2. Bursa Ulu Cami Minberi

Anadolu ahşap yapıdaki minberler arasında benzeri olmayan eşsiz güzellikte minberdir. Selçuklu dönemi ve beyliklerde bulunan ahşap minberler arasında en büyük minber niteliğindedir. Yan aynalıklarında doğu ve batı kısmında farklı işlemler ve kabarıklar bulunmaktadır. Minberin birçok kısmında hakiki künde-kari tekniğini görmekteyiz. Minber köşkü alt kısmı, süpürgeliklerde, yan aynalıklarda ve kapı kanatlarında yuvarlak

oyma tekniği kullanılmıştır. Korkuluklarda, kasnakta, minber kubbesinde (klah) ve köşk alt kısım kemerde kafes oyma tekniği (ajur) uygulanmıştır. Ayrıca düz ve çift yüzeyli oyma teknikleride minberde görülmektedir.

Bursa Ulu Cami minberini eşsiz kılan çok kollu yıldızlardır ve bunlar yan aynalıklarda ve minber köşkü altında bulunmaktadır. Minber bordürleri ise bitkisel motiflerdir. Doğu ve batı yan aynalıklarında kabaralar yer almaktadır. Burada farklı bir uygulama görülmektedir ki bu kündekari tekniğinin kabaraların yüzeyinde de devam ettirilmesi [55].

Ceviz ağacından yapılan Bursa Ulu Cami minberinin süpürgelik kısımlarında farklı bezemelerle süslenmiş dikdörtgen panolar içindeki dekoratif kemerler bulunur. Kapı kanatları sağamlığını korumaktadır.  bölüme ayrılmış kapı kanatlarında 10 kollu yıldızlardan oluşturulmuş bezemeler vardır. Hakiki kündekari tekniğiyle uygulanmıştır. Kenarlarında ise oyma teknikli süslemeler görülmektedir. şekil 2.61' de Bursa Ulu Cami minber eski foto ve şekil 2.62' de Bursa Ulu Cami minber yan aynalık gösterilmiştir.



şekil 2.61. Bursa Ulu Cami minber eski foto [112].

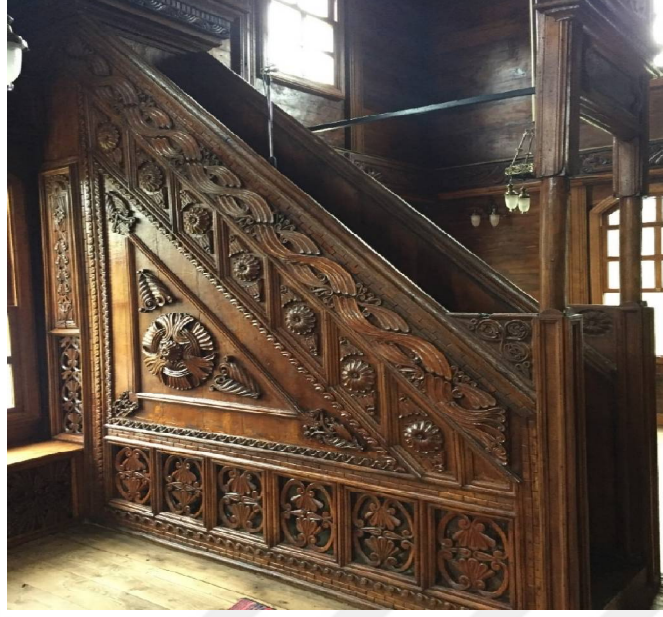


Şekil 2.62. Bursa Ulu Cami minber yan aynalık [113].

2.4.4.3. Artvin Macahel (Camili) Minberi

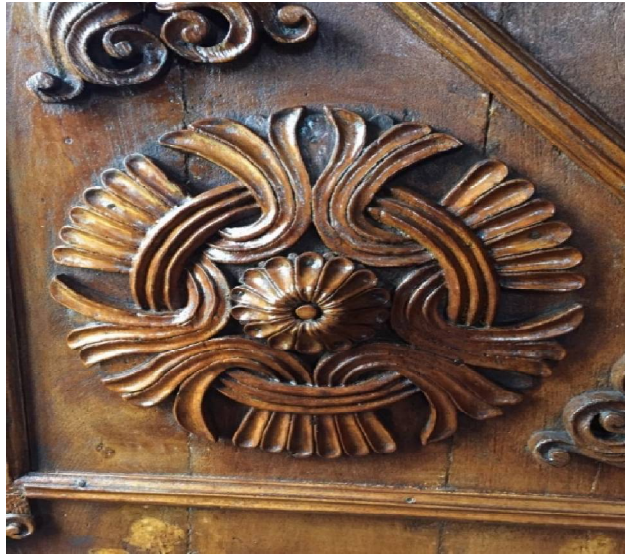
Artvin ile Gürcistan sınırında bulunan bu ahşap cami iki katlı olup kare şeklindedir. Yığma taş üzerine inşa edilmiş bütünüyle ahşap malzemedен yapılmış nadide örneklerdendir. Mihrap, minber, vaiz kürsüsü, kadınlar mahfili, kapılar ahşap motiflerle süslenmiştir. Ahşap direklerinde bulunduğu cami bağdadi kubbelidir.

Minberde çiçek ve yaprak bezemeleri yoğun şekilde kullanılmıştır. Bunlar oyularak çakma tekniğiyle eklenmiştir. Minber dik üçgen aynasında yörenin bitkisel çeşitliliğine atıfta bulunan papatya bulunmakta ve etrafı kıvrımlı yelpaze şeklinde süslemelerle kabartılmıştır. Bununla birlikte hemen üstte bulunan minber korkulukları yoğun şekilde dalgalı kıvrımlardan oluşmaktadır. Bu dalga yöredeki Çoruh nehrini bizlere hatırlatmaktadır. Bu dalga motifleri çoğunlukla yöredeki diğer ahşap camilerde de kullanılmıştır. Dik üçgenin içerisinde ayrıca madolyonun etrafında bulunan iki adet balıksırtı şeklinde kızılâğacın yaprağını hatırlatan kabartma bulunur. Minber süpürgelik ve minber kapısı taç kısımlarında kafes oyma tekniği (ajur) uygulanarak süpürgelikte yaprak motifleri vurgulanmıştır.



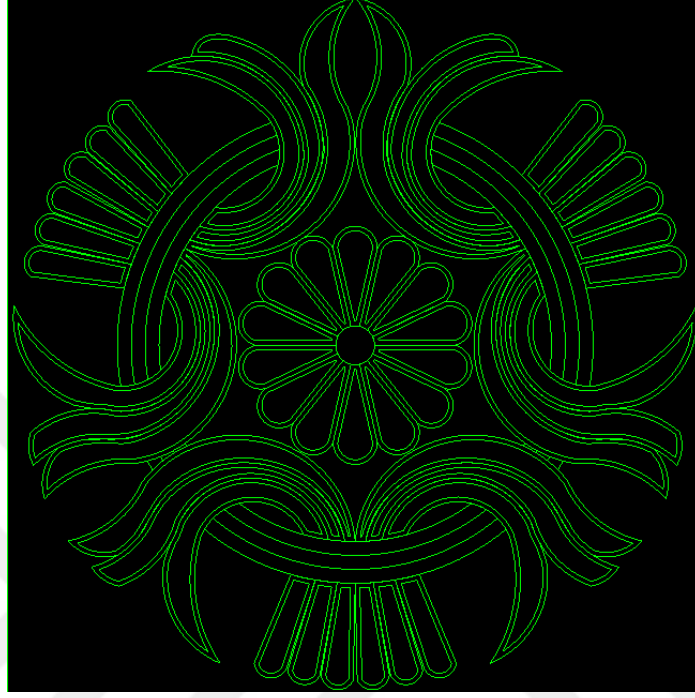
Şekil 2.63. Macahel (Camili) minberi.

Mihrabının sadeliğine karşı minberdeki süslemeler ve motifler belirgindir. Minberdeki motifler, kıvrımlı yapraklar, su dalgaları, çiçekler geçmiş dönemdeki ustalar tarafından rengarenk boyalar kullanılarak belirginleştirilmeye çalışılmıştır. Bu örneklerle yöredeki camilerde sıklıkla rastlamaktayız. Batum Acara Keda bölgesinde de bulunan dokuz adet camide bu desenlere benzer motiflere rastlanmaktadır [114]. O eserlerde de çeşitli renkler kullanılarak süslemeler yapılmıştır.



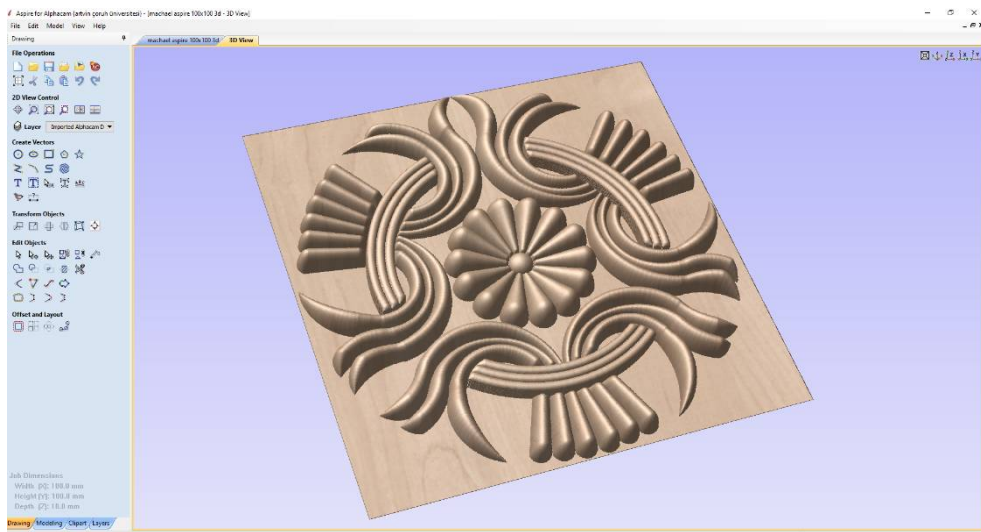
Şekil 2.64. Macahel (Camili) minber aynası.

Doğu ve batı yan minber aynalarında da bulunan rozet farklı ayrıntıyla karşımıza çıkmaktadır. Tam göbek kısmında bulunan papatya çiçeğini betimleyen motif ve kıvrımlı yelpaze detayı doğu cephesinde içeri doğru boğumlanarak toplanılmış batı cephesinde ise dışa doğru boğumlanarak oluklu oyma ile çakma tekniği uygulanmıştır.



Şekil 2.65. Macahel (Camili) minber aynası geometrik çizimi.

Macahel (Camili) minberinin yan dik üçgen aynasındaki göbek rozetin geometrik çizimi Alphacam programında çizilerek aspire eklentisinde 3D boyutlandırmayla ileri teknoloji kullanıp ahşapa işlenmiştir.



Şekil 2.66. Macahel (Camili) minber aynası göbek 3d modellenmesi.

2.4.4.4. Artvin Düzköy Cami Minberi

Henüz tescillenmemiş bu eser 1850' li yıllarda yapılmış olup medrese olarakta kullanılmaktaydı. Bodrum katı taş olup diğer kısımlar bütünüyle ahşaptandır. Yine Artvin yöresinde ki diğer camiler de olduğu gibi yoğun ahşap süslemeler ve tekniklerinden yararlanılmıştır. Birkaç basamaklı taş merdivenden camiye giriş olup, minaresi onarım görerek ahşap kaplamalı olarak yapılmaktadır.

Son cemaat yerinden mahfile girişte yuvarlak kemerli çift kanat kapı bulunmaktadır. Yöreye özgü lale çiçeklerinin, yoncaların motiflendirildiği, bitkisel bezemeler düz oyma tekniği ve yapraklarda, saplarında, çizgisel motiflerde de oluklu oyma tekniğinden yararlanılmıştır. Düz Tavandaki süsleme kare formda olup göbekte kabartmalı motifler var.

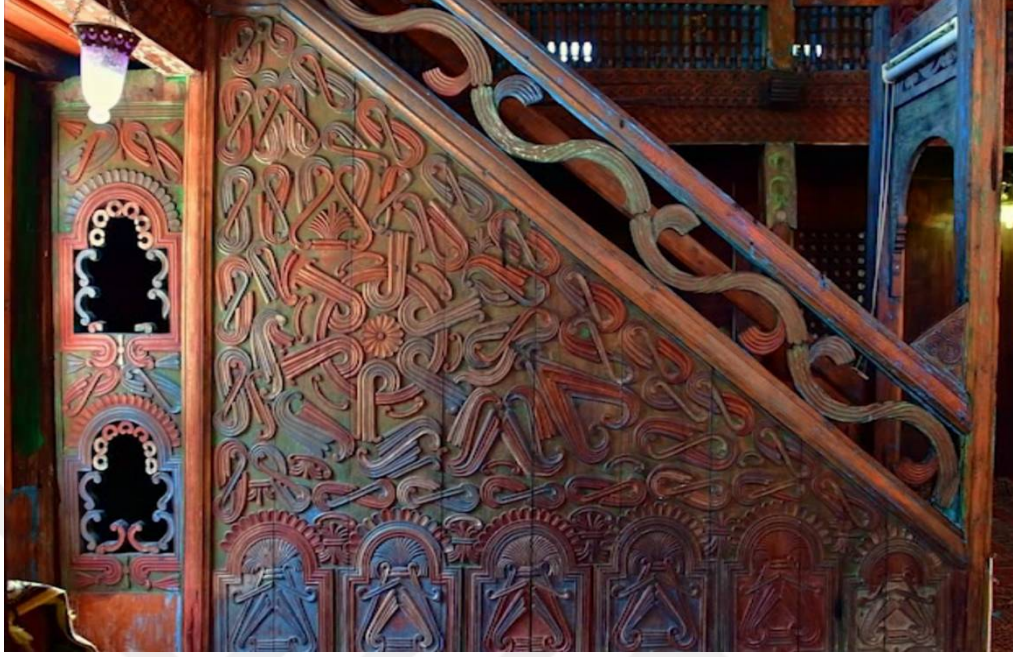
Artvin Düzköy Cami minberi tamamen ahşap olup, minber aynasında bitkisel motifler ve kıvrımlı dalgayı anımsatan karışık kompozisyonndan göbekte kanca şekilleriyle kavranmış papatya çiçeğinden oluşmaktadır. Süpürgelik kısmında ise 6 adet kıvrımlı vazo şeklinde içinden bitkisel motifin yayıldığı figürler görülmektedir. Ahşap çakma tekniği ve oyma teknikleriyle birlikte tamamlanmıştır.



Şekil 2.67. Artvin Düzköy Cami minber aynası göbek kısmı.

Minber korkuluğu iç kısmında, yörenin diğer cami minberlerinde de rastladığımız su dalgalarını anımsatan parçalar vardır. Bu durumun Çoruh nehrinin kıvrımlı ve şiddetli

akış hızını tasvir ettiği söylenebilir. Minber kapısı yuvarlak kemerli olup taç kısmında kafes oyma tekniği kullanılmıştır.



Şekil 2.68. Artvin Düzköy Cami minber aynası.

Bakıldığı zaman minberde köşk bölümü yoktur. Kadınlar mahfili ile aynı seviyede düşünüldüğü için bu kısımda yalnızca yuvarlak bir şekilde taç düşünülmüştür. Bu taçın göbek kısmında kafes oyma tekniği uygulanmıştır ve çiçek desenli motif bulunmaktadır. Minber yan aynalığının köşk altı kısmı başka bir ifadeyle yan hoca girişi kapalı formdadır. Burada da dekoratif amaçlı desenler uygulanmış olup yuvarlak kemerli açıklıklarla kompozisyon oluşturulmuştur.

2.4.4.5. Artvin Muratlı (Maradit) Cami Minberi

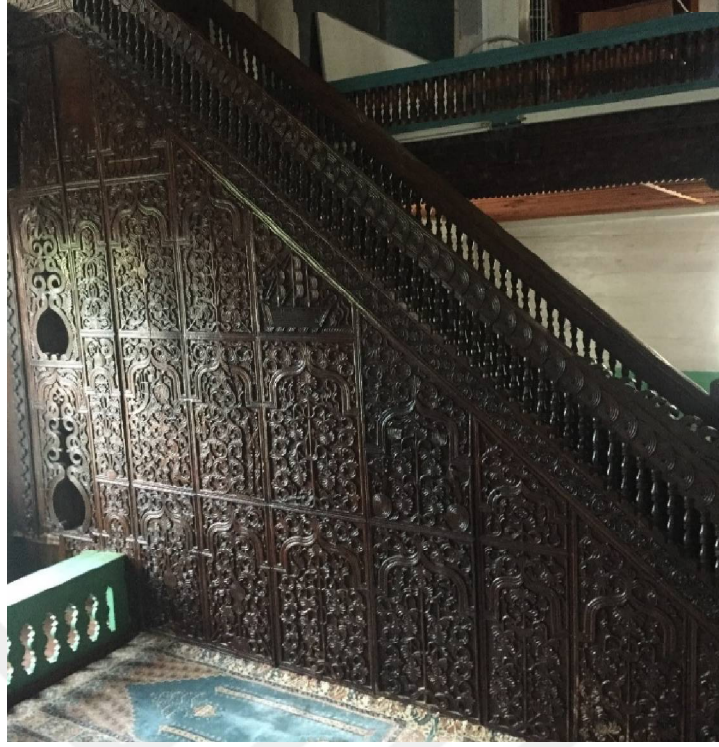
Çoruh nehrinin kıyısında son döküldüğü yere doğru, Gürcistan sınırında bulunan ahşap cami kareye yakın ölçülerdedir. İki adet çift kanat ahşap kapılarla mahfile giriş yapılıyor. Kıрма çatıyla kaplanmış çatı yapısına sahip Muratlı Cami kubbesi Artvinde bulunan diğer ahşap camiler arasındaki en geniş açıklığa sahiptir. Bu kubbe on yedi tane ahşaptan dikme ile ayakta durmaktadır [115].



Şekil 2.69. Artvin Muratlı (Maradit) Cami kapısı.

Ceviz ağacından yapılan ahşap minberi yoğun bitkisel motifler içermektedir. Yöreyi ve dönemin özelliklerini minbere yansıtan realist motiflerle süslenmiştir. Artvin’de oyma tekniklerinin itina ile uygulandığı en güzel örnek niteliğindedir. Yuvarlak oyma tekniği ve oluklu oyma teknikleri bitkisel motiflerde ustalıkla uygulanmıştır.

Yöredeki demir elması motifi, yelkenli gemi motifi, kılıç-bıçak motifi, terazi, anahtar, ay-yıldız, zeytin dalı motifleri, çiçek ve yaprak motifleri minber aynasına oyularak uygulanmıştır. Bordürlerinde bitkisel motif ağırlıklı işlemler vardır. Minber kapısı taç kısmı ve köşkte kafes oyma tekniği uygulanmış olup, minber korkuluğunda ahşap tornalı işler yapılmıştır.

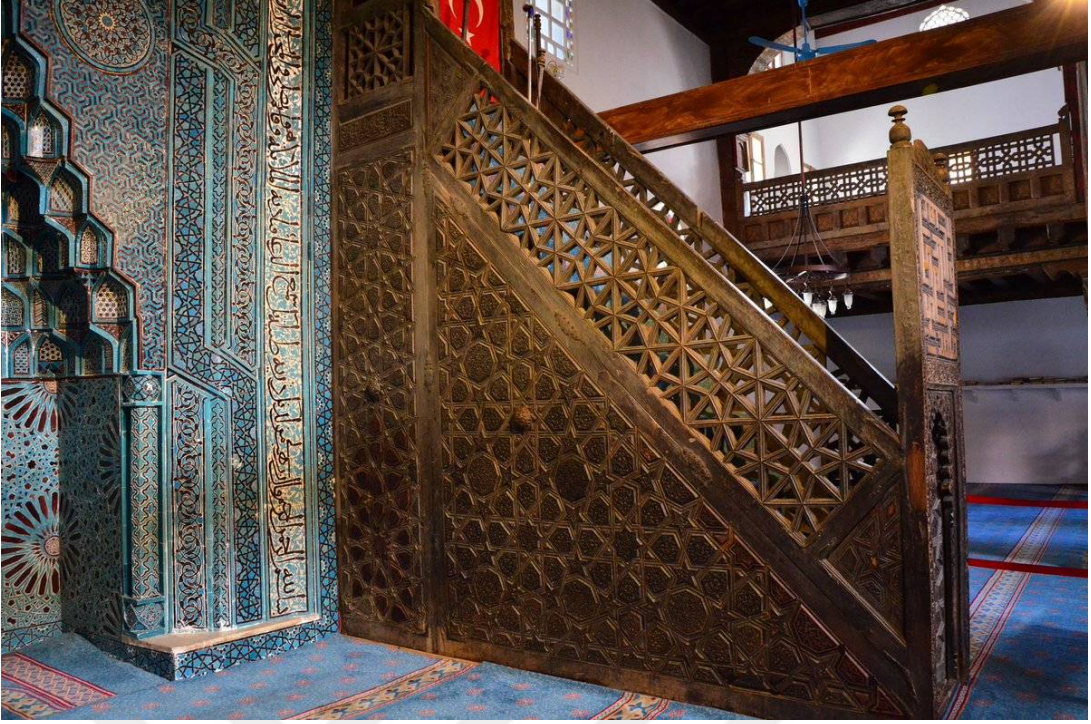


Şekil 2.70. Artvin Muratlı (Maradit) Cami minberi.

Minberde kısımlara ayrılmış dikdörtgen panolar bulunmaktadır. Bu bölümlerdeki bezemeler farklılık göstermektedir. Minberin ahşabını koruma amaçlı kahverengi boya uygulaması yapılmıştır. Minber kapısının üstü yuvarlak tarzı kemerlidir.

2.4.4.6. Beyşehir Eşrefoğlu Cami Minberi

Selçuklularda bilindiği gibi ahşap minberler o döneme ait muazzam eserlerdir. Bu eserleri devam ettiren beylikler döneminde de rastlamaktayız. Eşrefoğulları Beyliği de bunlardan biridir. Bu döneme damgasını vuran eser ise Eşrefoğlu Cami ahşap minberidir. 13 Yüzyılın sonunda yapılan bu eser uygulama teknikleri ve üstündeki bezemeler ve motifler yönünden Selçuklu dönemini yansıtır. Kakma (marketi) tekniğinin uygulandığı Anadolu'daki ilk örneği niteliğindedir [55]. Şekil 2.71'de Beyşehir Eşrefoğlu Cami minberi gösterilmiştir.



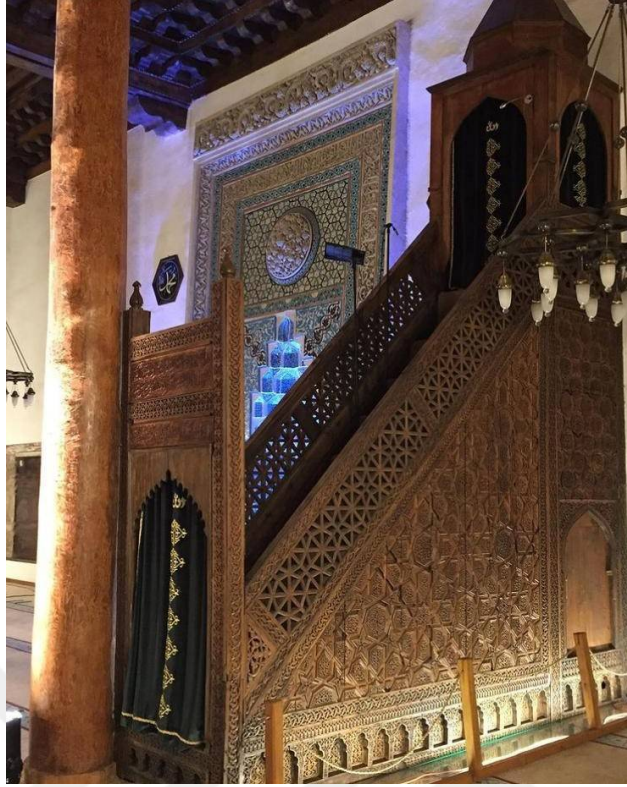
Şekil 2.71. Beyşehir Eşrefoğlu Cami minberi [116].

Tamamen ceviz ağacından yapılan bu eserde hakiki künde-kari tekniği kullanılmıştır. Minber yan aynası ve köşk alt kısmında tamamen künde-kari tekniği uygulanmış olup geometrik motiflerin içlerine eğri kesim ile bitkisel motifler uygulanmıştır. Yıldızların etrafında da kakma tekniği görülür. Bununla birlikte kafes oyma tekniğinin en iyi örneğini korkuluklarda ve köşk kısmında rastlıyoruz.

Bordürlerde çok süslemeye gidilmemiş sade ahşap görünümü ön plana çıkarılmıştır ve belli bölümlerinde kabartma yapılmıştır. Minber kapısının üst aynalığında künde-kari tekniğiyle kuf-i hatta dört halife ve Allah ismi yazmaktadır. Yuvarlak sivri uçlu sayılabilecek Selçuklu dönemi kapıları özelliğini taşıyan minber kapısı çift kanatlı künde-kari tekniğiyle yapılmıştır ve içleri bitkisel motifli oyma tekniğiyle süslenmiştir.

2.4.4.7. Ankara Arslanhane Cami Minberi

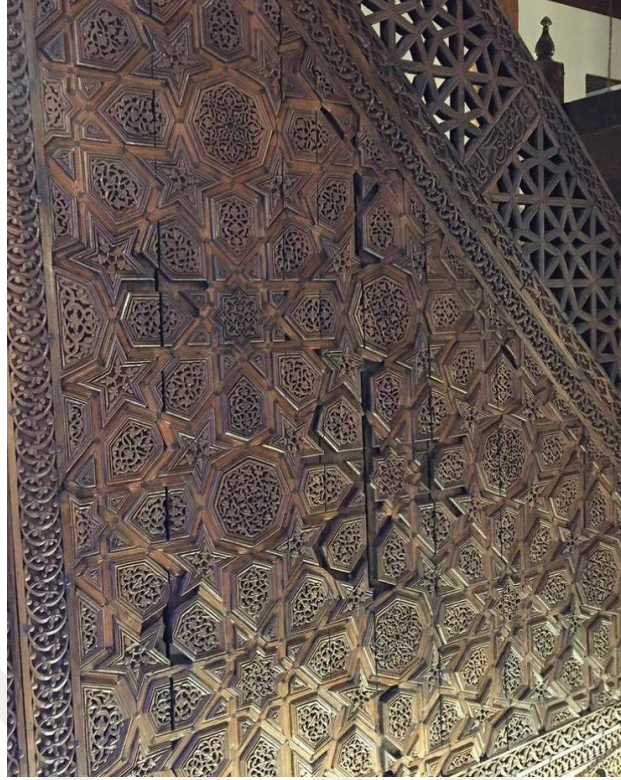
Ankara’ da bulunan ceviz ağacından yapılmış ahşap minberi taklit künde-kari tekniklerinden çakma ve kabartmalı künde-kari biçiminde uygulanmıştır. Yan aynalıklarındaki geometrik şekillerin içleri rumiler, palmet ve kıvrımlı motifler ile süslenmiştir.



Şekil 2.72. Ankara Arslanhane Cami minberi.

Minberin tamamında boş yer kalmayacak şekilde süslemeler yapılmıştır. Minber yan aynalığın bordürlerinde yuvarlak oyma tekniğiyle kıvrımlı motifler birbirinin tekrarı şeklinde aralıksızdır. Minber kapısında, yan hoca girişi boşluğunda Selçuklu dönemini yansıtan sivri kemerli geçiş bulunmaktadır.

Minber korkuluğunda küçük üçgen ve dörtgenlerden oluşan kafes oyma tekniği itina ile kullanılmıştır. Bunların birbirine simetrik bağlanmasıyla dört kollu büyük yıldız ve sekizgenler meydana gelmektedir.



Şekil 2.73. Ankara Arslanhane Cami minberi yan aynası.

Minber Kapısı ve kemer orijinal değildir. Gerçeğinde kemerin üst ve yan kısımlarında oyma tekniği uygulanmıştır. Gerçeği Beyşehir Eşrefoğlu Cami minber kapısına benzer ve yarım dairelerle çevrelenmiş sivri kemerden oluştuğu bilinmektedir [117].

2.4.5. Ahşap Süslemeli Mihraplar

Anadolu topraklarında eşsiz güzellikte ahşap eserler bulunmaktadır. Ahşap minberler gibi ahşap mihraplarda en ince ayrıntısı düşünülerek orta koyulmuş tarihi ve kültürel değerlerdir. Ahşabın dekoratifliğinin yanında dayanıklı olması sonucu bu eserler yeni nesillere aktarılmıştır. Bu topraklarda bulunan bazı ahşap mihraplar; kullanılan teknik, ağaç türü, bezemeler, süslemeler ve motifler yönünden incelenecektir. Bu ahşap mihraplar; Artvin Muratlı (Maradit) Cami Mihrabı, Artvin Düzköy Cami mihrabı, Ürgüp Taşkın Paşa Cami mihrabıdır.

2.4.5.1. Artvin Muratlı (Maradit) Cami Mihrabı

Artvin Muratlı (Maradit) Cami mihrabı dikdörtgen formda olup geniştir. Mihrap nişleri sade ve kavsarası yarım dairelidir. Bitkisel motifli bordürlere sahip mihrapta oyma tekniği uygulanmıştır. Caminin tamamında rastladığımız yaprak, çiçek formu motifleri

mihrapta da görüyoruz. Bölümlere ayrılmış mihrapta saksıdan çıkan çiçek ahşaba yansıtılmıştır. Akantus yaprağını çevreleyen yay motifi de görülür.



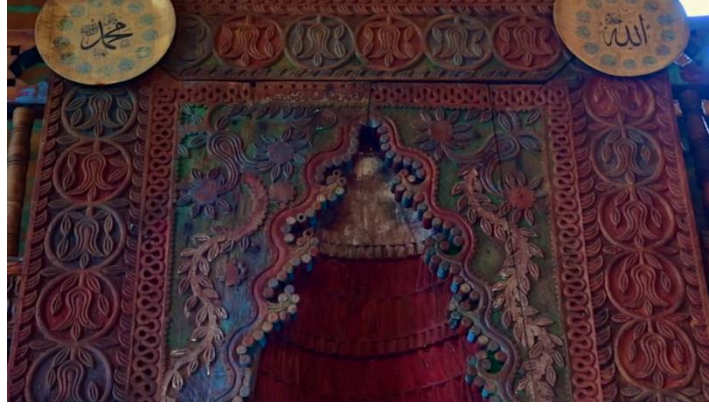
Şekil 2.74. Artvin Muratlı (Maradit) Cami mihrabı.

Mibrabın üst kısmında S kıvrımlı desenler bulunmaktadır. Ceviz ağacından yapılan mihrap, minber ile uyum içindedir. Kadınlar mahfili seviyesindedir.

2.4.5.2. Artvin Düzköy Cami Mihrabı

Bütünüyle ahşap malzemeden yapılmış olan mihrapta oyma tekniğiyle süslemeler yapılmıştır. Taç kısmı yoktur. Kavsara kısmında yedi sıra bulunmaktadır. Yörede lale çiçeklerinin yoğun olduğu düşünülürse burada da motiflendirilmiştir. Ters lale motiflerinin hakim olduğu mihrapta, bordür kısımlarında ardarda gelecek şekilde dairelerin içlerine yerleştirilmiştir. Sade bir niş kısmı bulunur.

Artvin’de Borçka ilçesindeki ve Gürcistan Acara Keda bölgesindeki camilerdeki ortak motifler, işlemler, teknikler gibi benzer özelliklerin yanısıra ahşabın boyalarla rengarenk şekilde süslenmesi de benzer teknik olarak sayılabilir. Bu özelliğin en iyi örneklerinden biri de Artvin Düzköy Cami ahşap uygulamalarıdır. Burada çeşitli renk boyalar kullanılarak mihrapta, minberde, kadınlar mahfilinde ve ahşap mekanın hemen hemen her bölgesinde bu süslemeyle karşılaşıyoruz. Mihrap kısmındaki boyalar, cami genelinde olduğu gibi yavaş yavaş kaybolmaya ve solmaya başlamıştır.



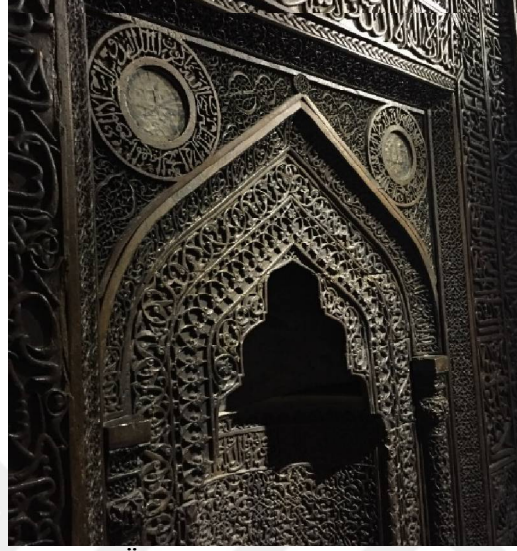
Şekil 2.75. Artvin Düzköy Cami mihrabı.



Şekil 2.76. Artvin Düzköy Cami mihrap yan kısmı.

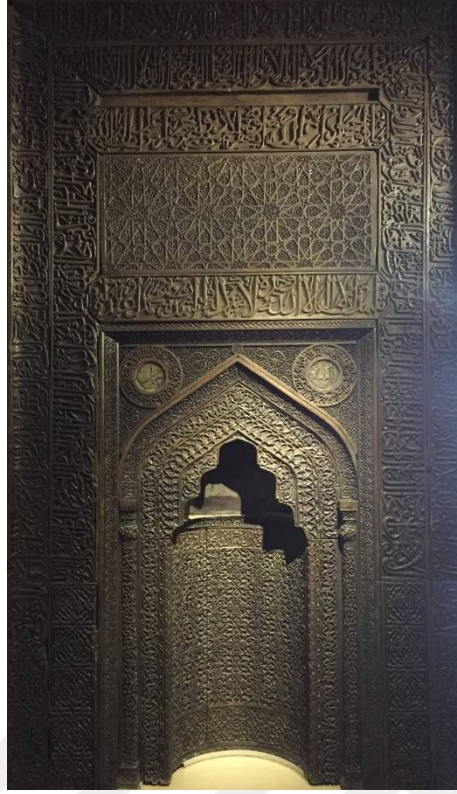
2.4.5.3. Ürgüp Taşkın Paşa Cami Mihrabı

14. Yüzyıl'da yapılan bu eser ahşap mihraplar arasında en görkemlisidir. Manevi bir hava etkisi vardır. Genelde Selçuklu ana taş kapılarında görmeye alıştığımız o heybet ve cezbedicilik bu kez mihrapta uygulanmıştır. Ahşap mihrapta son nokta da denilebilir.



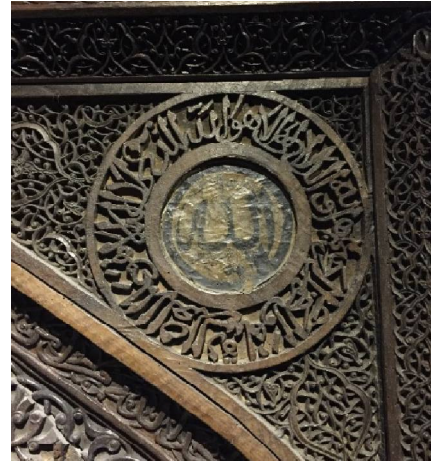
Şekil 2.77. Ürgüp Taşkın Paşa Cami mihrabı.

Ceviz ağacından yapılan mihrap, çok incelikle oymalar yapılarak alçak kabartmayla işlenmiştir. Geometrik ve bitkisel motifleri, bezemeleri, kıvrımlı yaprak motifleri, palmetleri tekrarlı şekilde görülür. İlmek ilmek birbirlerinin içlerinden geçecek şekilde oluşturulan motifler ile süslemeler yapılmıştır. Üst tarafta köşelik tablasında on iki kollu yıldız bulunur ve bunun etrafında altıgenlerin meydana getirdiği dört adet rozet diye tanımlanan şekiller bulunmaktadır. Bunların etrafında da 5 köşeli yıldızlar vardır. Mihrapta, bakıldığında çok yoğun karışık yüzeysel bezemelerle geometrik ve bitkisel motifleri kullanarak sanki varolmayan evren anlatılmak istenilmiş [101].



Şekil 2.78. Ürgüp Taşkın Paşa Cami mihrabı ön cephe.

Mihrap kavсарası sivri kemerli olup alt tarafta şamdanlar vardır. Nişler hiç boş yer kalmayacak şekilde bitkisel ve geometrik motifler ile süslenmiştir. Mihrap içi yarım daireye yakın şekilde hesaplanarak katmanlaştırılmıştır.



Şekil 2.79. Mihrapta sivri kemer ön cephe.

Ürgüp Taşkın Paşa Cami Mihrabı günümüzde Ankara Etnografya Müzesinde sergilenmektedir. 14. Yüzyıldan beri canlılığını ve güzelliğini korumaktadır.

2.4.6. Ahşap Süslemeli Kapılar, Mahfiller, Kubbe Ve Tavanlar

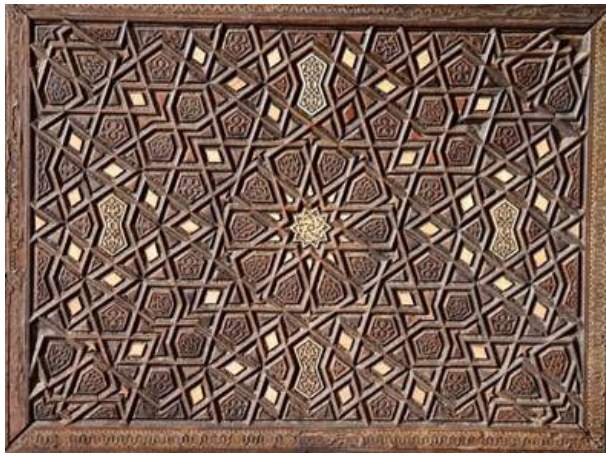
Anadolu Selçuklu dönemi ve Osmanlı (erken-klasik-son) döneminde minberde, mihrapta görmeye alıştığımız ahşap işçiliğinin güzel eserlerine kapılarda, mahfillerde, kubbelerde ve tavanda da rastlıyoruz. Bununla birlikte ahşap mihrapta ve minberde kullanılan teknikler aynı şekilde uygulanmıştır. Dış mekanda ki kapılarda güneş, rutubet, rüzgar ve iklim şartlarından dolayı ağaç malzemenin seçimine önem verilmiştir. Dayanıklı, özgül ağırlığı yüksek olan ağaç türleri tercih edilmiştir. İç mekanda bulunan mahfiller, kubbe ve tavanlar da genelde mihrap ve minber de kullanılan türler ile aynıdır.

Ahşap süslemeli kapılar, mahfiller, kubbe ve tavanların bulunduğu çok sayıda eser bulunmaktadır. Bu eserlerden Amasya Bayezid Cami ahşap kapısı Osmanlı döneminin ilk yıllarında yapılmıştır. Bununla birlikte Selçuklu döneminde uygulanan tekniklerin devamı niteliğinde eserdir. Yaklaşık olarak 2,5 metre- 1,5 metre ebatlarında olan kapı çift kanatlıdır. Ceviz ağacından yapılan kapı da tüm yüzeyler ince ince süslenmiştir. Çift kanat kapıda metal kuşaklar bulunmaktadır. Üst kısımlarda bordürler ile geçilen kemerli kısım vardır. Yuvarlak oyma tekniği, çift yüzeyli oyma tekniği kullanılarak bitkisel ve geometrik motiflerde, kıvrımlı dallar, rumiler, palmetler ustalıkla işlenmiştir. Orta tablada künde kari tekniğini anımsatan işçilikle işlem yapılmıştır. Üst kısımdaki tablada Kuran-ı Kerim Ayetleri bulunur. Çift kanat kapılarının birleştiği kısımdaki tek parça uzun kısım (ahşap kapı kravatı) yine oyma yapılarak süslenmiştir.



Şekil 2.80. Amasya Bayezid Cami ahşap kapısı.

Edirne Selimiye Cami ahşap kapısı yapım tekniği ve süslemeleriyle çok etki bırakan ahşap bir eserdir. Edirne Selimiye Cami bilindiği üzere mimari anlamda en üst seviyedeki eserdir. Bununla birlikte caminin diğer süslemeleri ve motifleride bu camiye uygun, dönemin özelliklerini yansıtan şekildedir.



Şekil 2.81. Edirne Selimiye Cami kapı geometrik desen.

Ahşap mafillerde kullanılan süsleme teknikleri minber ve mihrapta ki kadar detaylı olmasa da estetik görünüme sahiptir. Kadınlar mahfilindeki korkuluklarda genelde kafes oyma tekniği, oyma teknikleri ve ağaç yuvarlama torna işleri uygulanır. Macahel Cami mahfilinde oyma tekniği ve çakma tekniği uygulanıp kapalı korkuluk sistemiyle çevrelenmiştir.



Şekil 2.82. Artvin Macahel Cami mahfil kısmı.

3. AMASYA MEHMET PAŞA CAMİ VE ARTVİN ŞEHİTLİK KÖYÜ CAMİ

3.1. AMASYA MEHMET PAŞA CAMİ VE MİNBERİNİN DESEN ANALİZİ

3.1.1. Tarihi ve Mimari Özellikleri

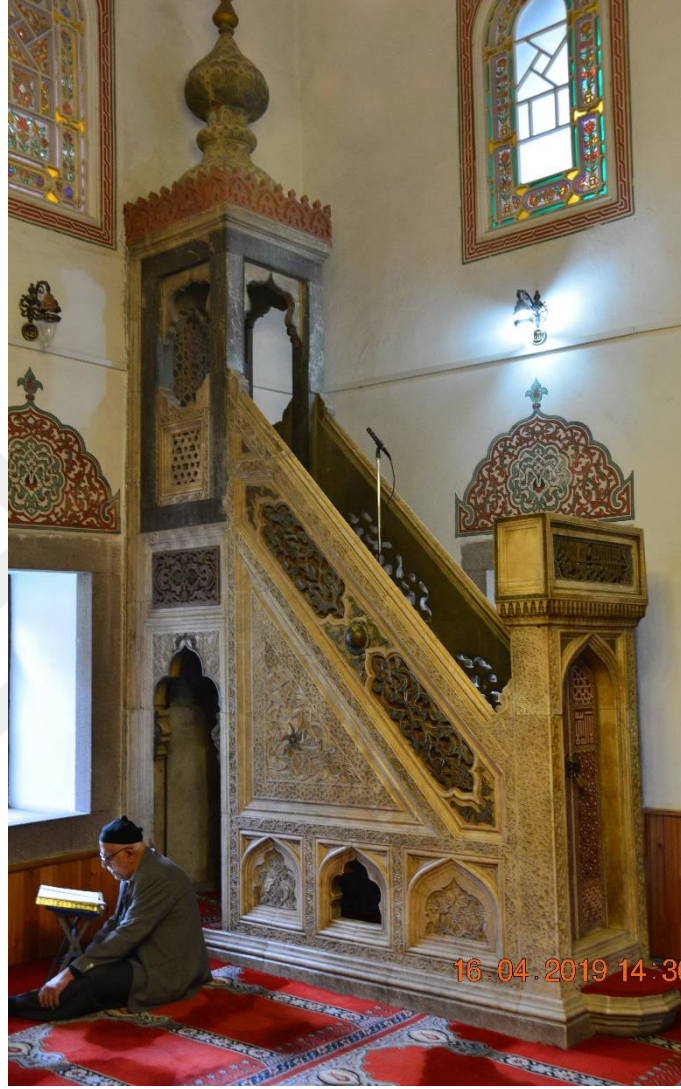
Amasya’da Ocak 1486 tarihinde yaptırılan ve Bânisi, Sultan II. Bayezid’in veziri ve Şehzade Ahmed’in lalası olan Hızır Paşazâde Mehmed Paşa’dır. Caminin bütünü kesme taştan yapılmıştır. Eskiden külliye olan ve şimdilerde bazı kısımları bugüne ulaşan eserdeki caminin harim kısmı kare planlıdır. Bu kısma batı ve doğu kısımlarında bulunan kapılar ile girilmektedir. Son cemaat yeri, harim ve diğer odaların tamamını gören bir düzende yapılmıştır. Buradaki yedi adet mermer sütunlar sekizgen kesitlidir. Minare; sağ tarafa doğru son cemaat yeri ile tabhane yeri diye tanımlanan kısım arasındadır. Minare kesme taştan olup onaltıgen gövdeli ve şerefesi tektir. Sütun başlıklarında kabarlara ve rozetlere rastlanmaktadır. Türbesi yapıya bitişiktir. [118] Şekil 3.1’de Amasya Mehmet Paşa Cami gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Amasya Mehmet Paşa Cami [119].

Bakıldığında son cemaat yerinden harime giriş kısmı asimetrik yapıdadır. Anadolu'da genellikle bu kısımlar tek sayılı bölümlerden oluşmaktadırlar. Amasya Mehmet Paşa

Camisinde ise altı adettir. Son cemaat yeri girişin hemen önündeki revak kısmının sağ tarafında (batı) üç revak, sol tarafında (doğu) da iki revak bölümden oluşur. [120] Mihrap sade yapıda olup mermerdendir ve kavsarası beş sıralıdır. Kavsara köşelerinde kabiralar bulunmaktadır. Cami hakiki ahşap kapısı Amasya Müzesinde sergilenmektedir.



Şekil 3.2. Amasya Mehmet Paşa Cami minberi.

3.1.2. Minber Bölümleri ve Desen Analizi

Amasya Mehmet Paşa Cami genel hatlarıyla sade bir yapıda olmasına karşın minberi göz kamaştırıcıdır. Minberi ile tanınmış olan bu nadide eser Amasya’da döneminde ustalıkla yapılmıştır. Erken Osmanlı döneminde yapılan ve Selçuklu izleri taşıyan en yoğun bezemeler uygulanmış minberde beyaz mermer kullanılmıştır. Minber köşk kısmının direklerinde koyu renkli mermer taş kullanılmış olup minberin korkuluk içlerindeki çökertmeli kartuşlarda yeşilimsi yaldızlı renklendirme görülmektedir. Bu duruma

minberin birçok yerinde rastlamaktayız. Bu kısımlar; minber kapısı üst kısmındaki mukarnas içlerinde, korkuluklardaki süslemelerde, korkuluğun ortasındaki kabarda, minber aynası orta göbekte, kubbede ve minber kapısı taç kısmındaki ayette görülmektedir.



Şekil 3.3. Minber yan (doğu cephe) görünüş.

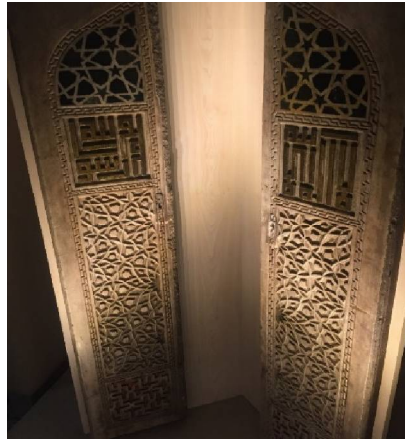
3.1.2.1. Minber Kapısı ve Taç Kısım

Amasya Mehmet Paşa Cami minberi bütünüyle bir sanat eseri olmakla birlikte çift kanat mermer kapısı ayrıca öneme sahiptir. Döneminde büyük uğraş ve ustalık ile yapılmış bu kısım bakıldığında derinlik hissi veren ve çeşitli bitkisel -geometrik süslemelerle bezenmiştir. Günümüzdeki minber kapısı hakiki değildir. Beyaz mermer ve kırmızı renklendirme yapılmıştır. Minber kapısı aslı mermer ustalığının zirvesidir. Kapı kanatları paha biçilemez olduğundan zamanında İngiltereye kaçırılmıştır. Sonraları ise

devletimizin yoğun çabaları sonucu tekrar ülkemize getirilerek Vakıflar Genel Müdürlüğü'nde sergilenmektedir.

Minber kapısı Selçuklu ve Arap tarzı sivri kemerlidir. Kemerini de kaplayacak şekilde dairesel profillemeye çevrelenmiş olup içeri doğru biri ince olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Derinlik yaklaşık 50 mm'dir. Minber çift kanat kapıları dört kısımdan oluşturulmuştur. Minber kapısı sivri kemere doğru üst bölümde belirgin beş kollu yıldız ve çokgenlerden oluşturulmuş geometrik kompozisyon bulunur. Hakikisinde kafes oyma tekniği uygulanmış ve arka bölüm karartılarak derinlik verilmiştir. Yine üst tarafında kufi hat ile Kelime-i Tevhid alçak kabartma tekniği uygulanarak yazılmıştır. Çift kanat kapının göbek kısmı kıvrımlı dallar, bitkisel motifler, beş kollu yıldızlar ve çokgenlerden oluşmuştur. Hakikisinde sanat değeri çok yüksek işlemler yapılmıştır. Kıvrımlı bitkisel motifleri, yıldızları ve çokgenlerin sınırlarını belirgin hale getirmek için yüksek kabartma ve alçak kabartma birarada uygulanmıştır. Derinlik hissi verilerek çokgenlerde göbek kısım ortaya çıkarılmıştır.

Günümüzdeki mevcut çift kanat örneğinde ise alçak kabartma uygulanmıştır. Kapının alt kısmında birbirine geçmeli geometrik motifler oluşturulmuş ve orta sınırlarında oluklu oyma tekniği uygulanmıştır. Motifler yüksek kabartma tekniğine yakın uygulanarak belirginleştirilmiştir. Kapıdaki bölümleri ayıran bordürler sonsuz “z” harfleriyle devam ettirilmiştir.



Şekil 3.4. Amasya Mehmet Paşa Cami minberi hakiki çift kanat kapısı (Vakıflar Genel Müdürlüğü/ Ankara).

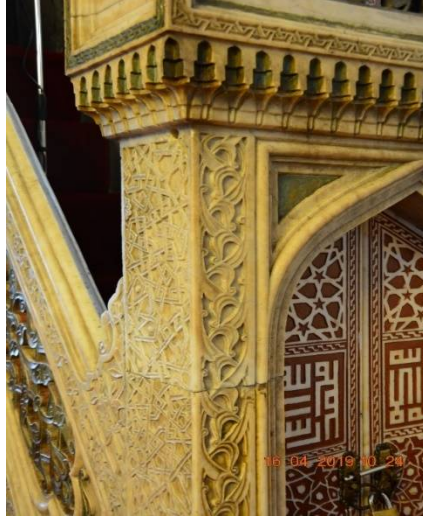


Şekil 3.5. Amasya Mehmet Paşa Cami minberi mevcut çift kanat kapısı.

Ön görünüşte minber kapısı taç kısmı dönemin diğer minberlerinkinden farklı olup dikdörtgen formludur. Çevresi kum saati formlu ince bordürler ile süslenmiştir. Bu dikdörtgen panonun hemen altında çok zarif çift tabaka mukarnas ile çevrelenmiştir. Dikdörtgenin yanlarındaki panolar boş bırakılmış herhangi bir işleme yapılmamıştır. Dikdörtgen panonun ön kısmında ayeti ön plana çıkaran bir teknik kullanılmıştır. Kafes oyma tekniğinin etkili kullanıldığı bu bölümde Mümin süresi 16. ayetin sonu “Bugün hükümrانlık kimindir? Elbette tek ve mutlak hükümrان olan Allah’ındır” yazılı muazzam bir celi sülüs hat kullanılmıştır. Yanları kaş kemerleri ile şekillendirilmiş bu yazı, koyu renklendirmeye ön plana çıkmaktadır.



Şekil 3.6. Minber taç kısmı.



Şekil 3.7. Minber taç kısmı mukarnas.



Şekil 3.8. Minber kapısı yan desen görünüşü ve köşebent.

Minber kapısı doğu yüzü yan kenarı oldukça belirgin tutularak birbirine geçmeli inişli-çıkışlı karmaşık motifler ile devam etmektedir. Geometrik motiflerin yoğun olduğu görülmektedir. Çeşitli çokgenler, dörtgenler, yarım oniki kollu yıldız içi gülbezekler, yarım on kollu yıldız içi gülbezekler bulunmaktadır. Alçak kabartma tekniğiyle motiflerin konturları belirginleştirilmiş olup orta sınırlarında oluklu oyma tekniği kullanılmıştır. Baştan aşağıya doğru motiflerin devam ettiği görülür.



Şekil 3.9. Minber ön görünüş.

Yarım ondörtgen formlu profillendirme yapılmış basamak, bir diğer ifadeyle eşik taşı; minber ile bir bütündür. Bu profillendirme minberin tüm alt kısmını, minber kapısı basamağını da içine alacak şekilde tabandan on iki cm çıkmayla uygulanmıştır.

Minber genel hatlarıyla hiç boş yer kalmayacak şekilde geometrik ve bitkisel motiflerle, rumilerle, palmetlerle, kıvrımlı dallar, yapraklar, yıldızlar, çokgenler ile bezenmiştir. Taş süsleme tekniklerinin detaylı incelikle uygulandığı bu eserde minber aynalıkları, korkuluk içlerindeki kartuşlar ve köşk kısmındaki süslemeler dönemindeki örneklerinden farklıdır.



Şekil 3.10. Minber kapısı basamak formu (eşik taşı).

3.1.2.2. Minber Yan aynalık ve Minber Korkuluğu

Amasya Mehmet Paşa Cami Minber yan aynalıkları, korkuluk kartuşları, süpürgelikler, yan hoca girişleri doğu ve batı kısımlarda farklılık göstermektedir. Doğü cephe de bezemeler, motifler, süslemeler çok yoğun ve detaylıdır ve birçok süsleme teknikleri kullanılmıştır. Batı cephe de bunun aksine hiç süsleme yapılmadan sadece sınırlar belirginleştirilerek yalın şekilde bırakılmıştır. Bu durum minberin batı cephesiyle duvar arasında çok az bir mesafe kalmasından ve caminin mimarisine göre görünmeyen yönde kaldığından ötürü süsleme yapılmadığı şeklinde açıklanabilir.

Bakıldığında dik üçgen şeklindeki doğü yan aynalık; yuvarlak ve oluklu profillendirmeyeyle sınırları belirlenmiştir. İç içe geçmiş iki dik üçgenin de süslemeleri farklıdır. Dıştaki üçgen kısmı; alttan-üstten birbirine geçmeli ve şaşırtmalı şekilde beş kollu çok belirgin sivri yıldızlar ve çokgenlerden oluşmaktadır. Ayrıca diğer dik üçgenin sınırında kesilen yarım sekiz kollu yıldızlar bulunmaktadır. Sonsuz halde devam eden bu süslemeler de oluklu oyma tekniği ve alçak kabartma tekniği uygulandığı görülmektedir.

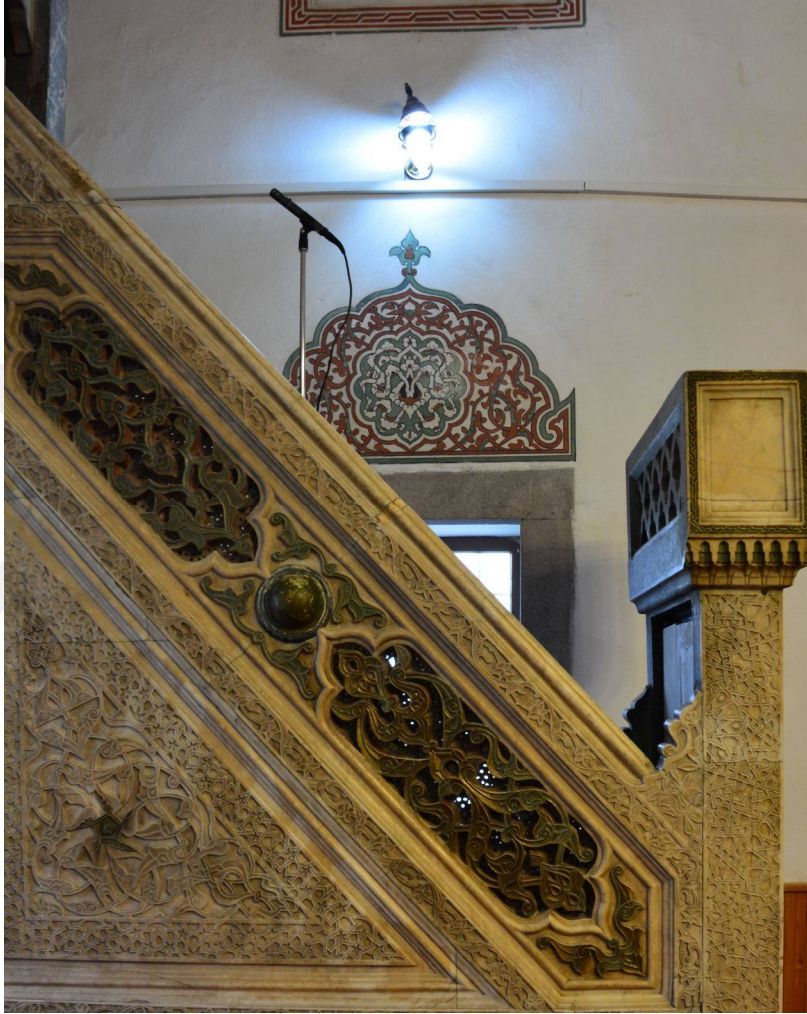


Şekil 3.11. Minber doğu yan aynalık.

Doğu yan aynalığın içindeki büyük üçgende, rumilerlerin ve palmetlerin, kıvrımlı yaprakların yoğun olduğu bitkisel motiflerin uygulandığı görülmektedir. Motiflerin alttan-üstten geçmeli bir şekilde birbirine bağlandığı bu kısımda birçok teknik birarada kullanılmıştır. Göbekte beşgen geometrik şeklin içine yerleştirilmiş çiçek motifi belirgindir. Bununla birlikte dik üçgenin üst kısma doğru düğümlenmiş detay vardır. İnce bitkisel motiflerin sap kısımlarında oluklu oyma tekniği, kıvrımlı yapraklarda, rumilerde ve palmetlerde eğri kesim tekniği, bitkisel kompozisyonun belirginleştirildiği tüm alanda alçak kabartma tekniği uygulanmıştır.

Minber de bir diğer farklı kısımda korkuluklardır. Korkuluk içleri ve süslemeleri bakımından eşsizdir. Minber merdiveni korkulukları içleri kıvrımlarıyla dikkat çeker. Zafer alameti olarak bilinen palmet ve kanatlı rumiler (Anadolu ve selçuklulara ait süslemeler) sıkça kullanılmıştır. Korkulukların içlerinde kartuşlar bulunmakta ve bunlar korkuluklara çöktürülmüş şekildedir. İki kartuşun tam orta kısmında bir kabara bulunmaktadır. Bu kabaranın etrafında parça dört rumi ile çevrelenmiştir. Kartuşların alt zemini farklı bir teknik ile delikli haldedir. Kafes oyma tekniği kusursuz uygulanan bu kısım da iki kartuşta bezeme açısından farklılıklar vardır. Üst kartuşun palmet ve rumileri simetrik olarak uygulanmıştır. Alt kartuş kısmında rumiler ve palmetler aynı değildirler

ve simetrik olarak da yerleştirilmemişlerdir. Kartuşların uçları sivri kemerli bir şekilde sonlanmıştır. Bununla birlikte korkuluk kartuşlarının her iki uç kısmı iki adet rumiden palmete tamamlanmıştır. Korkuluk içlerindeki kartuşlarda eğri kesim tekniği ve kafes oyma tekniği uygulanmıştır. Önceden de belirtildiği gibi bu bölümdeki kartuşlar, parça rumiler ve orta kısımdaki kabara yeşil yaldızlı renklendirme yapılarak belirginleştirilmiştir.



Şekil 3.12. Minber korkuluk doğu cephe.

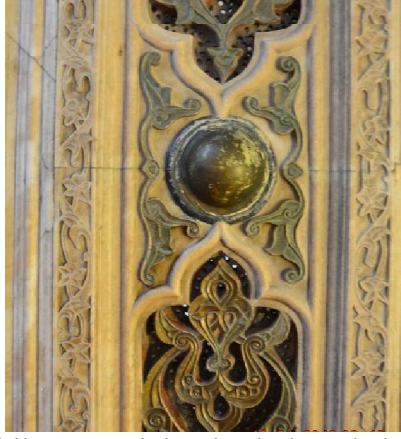
Korkuluklardaki kartuşları ve uç kısımlarını da sınırlandıran, konturları açığa çıkaran yuvarlak profillendirme; minberin tüm kısımlarında olduğu gibi burada da ustalıkla uygulanmıştır. Korkuluk ile minber kapısının birleştiği noktada dekoratif bir köşebent bulunmaktadır. Bu köşebent yarım palmetli şakayık şekillidir.



Şekil 3.13. Minber korkuluğu kartuşu.



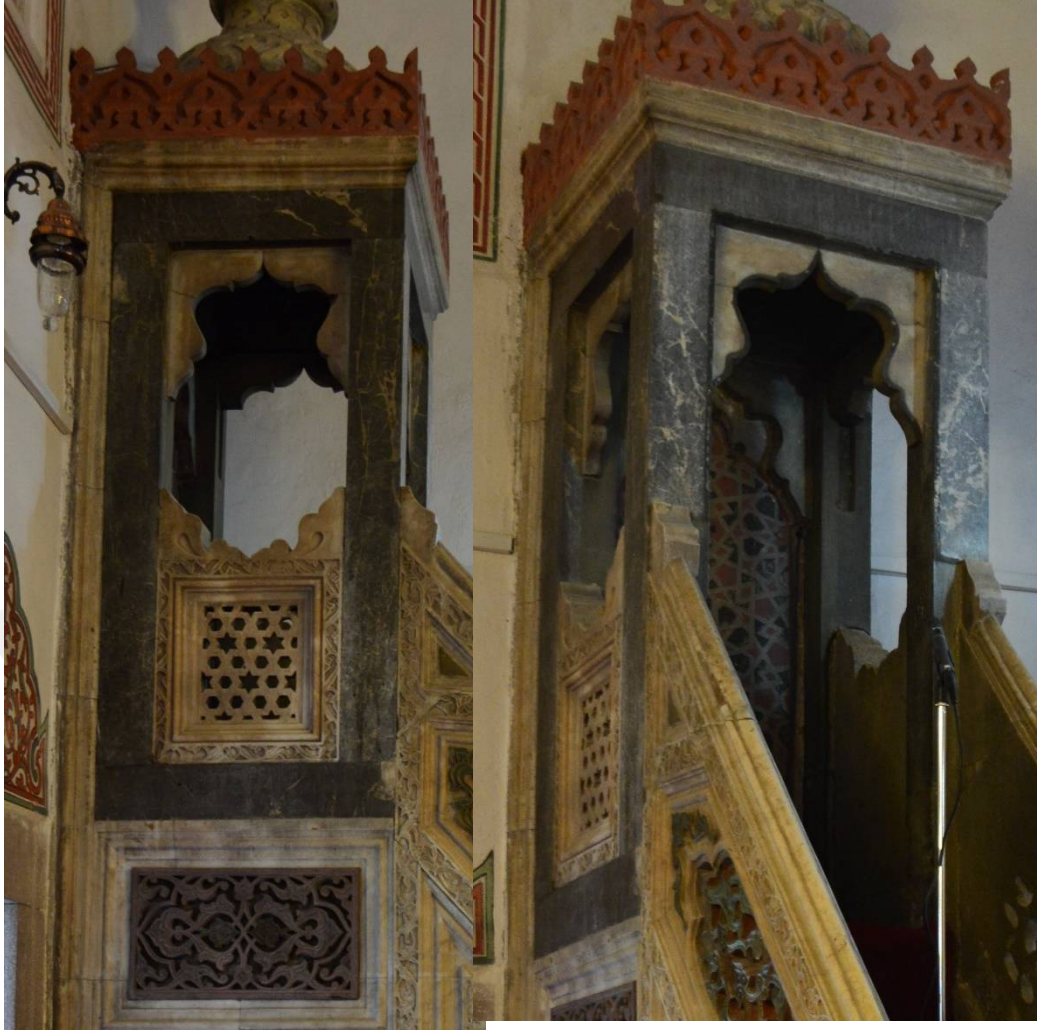
Şekil 3.14. Minber korkuluğu uç kısım.



Şekil 3.15. Minber korkuluğu kabara.

3.1.2.3. Minber Köşk Kısım

Minberin köşk kısmını belirginleştirmek için farklı renkte koyu mermer kullanılmıştır. Bakıldığında minberin bütünüyle farklı ancak birbirini tamamlayan çizgilere sahiptir. Uzun direklere sahip bu kısımda ön ve yan sivri dekoratif kemerler bulunur. Bakıldığında minber de bir bütünlük olduğu minber kapısındaki, yan hoca girişi kısımlarında ve köşk kısımlarındaki sivri kemerlerden de anlaşılmaktadır. Köşk taç kısmı çok belirgin kiremit renklidir. Taç kısmındaki işlemlerde, derin bir şekilde kazınarak palmetler ortaya çıkarılmıştır. Minber köşk korkuluğunda kafes oyma teknikli, altıgenler ve altı kollu sivri yıldızlardan oluşan bir pano bulunur. Bu panonun kenarları rumi motifli bordür ile çevrilmiştir. Köşk kısmı dahi çok ayrıntılı düşünülmüş ve detaylandırılmıştır. Bakıldığında köşk iç kısmındaki sivri dekoratif kemerin hemen altında, arka zemine işlenmiş karmaşık geometrik çizgiler bulunur. Bu geometrik kompozisyonun tam ortasında on kollu yıldız bulunur ve etrafında değişik şekilde çokgenler, yıldızlar hakimdir.



Şekil 3.16. Minber köşk kısmı yan ve ön görünüş.

Minber köşk içi desen kompozisyonunu ortaya çıkarmak için kiremit rengi ve siyah renklendirmeyle geometrik motiflerin, çokgenlerin ve yıldızların içleri boyanmıştır. Sınırları belirgin hale getirmek için çok ince bir kabartma uygulanmıştır.



Şekil 3.17. Minber köşk kısmı kemer ve taç.



Şekil 3.18. Minber köşk içi desen.

3.1.2.4. Minber Süpürgelik ve Yan hoca girişi

Minber süpürgelik kısımları doğu ve batı cephelerinde farklılık göstermektedir. Doğu cephede panolardaki motifler ve işlemler bulunurken batı cephede yalın şekilde bırakılmıştır. Sivri kemerli kare şeklinde üç panodan oluşmaktadır. İçeriye derinlik verilmiş yuvarlak formulu iç- dış bükey profillendirmeye çevrilmiştir. Her iki cephede de ortadaki pano boş bırakılmıştır. Bakıldığında güney tarafına doğru olan pano ile orta pano aynı iç profillendirmeye sahiptir. Kuzey tarafındaki panoda hem iç profillendirme hemde motiflerde farklılık vardır.



Şekil 3.19. Doğu cephesi kible yönündeki süpürgelik pano detayı.

Güney panoda rumi süslemeler, düğümlü motifler alçak kabartma tekniği ile belirginleştirilmiş ve eğri kesim uygulanmıştır. Motiflerin sap kısımları ve ortalarında oluklu oyma tekniği kullanılmıştır. Kuzey kare pano da ise yaprak ve şakayıklardan oluşan kompozisyon uygulanmıştır. Bu kısımda da alçak kabartma, eğri, kesim ve oluklu oyma teknikleri uygulanmıştır. Kare panoların çevreleri de minberde hakim olan bordür süslemeleriyle dönülmüştür.



Şekil 3.20. Doğu cephesi kuzey yönündeki süpürgelik pano detayı.



Şekil 3.21. Doğu Cephesi Orta Kısım Süpürgelik Pano Detayı.

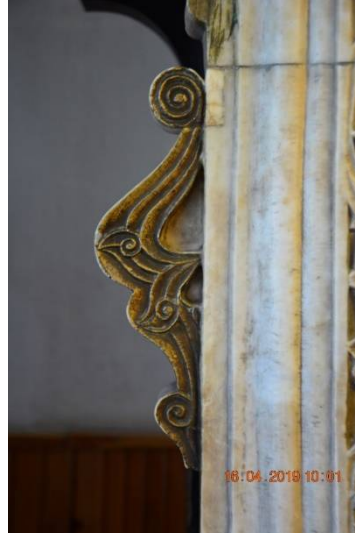
Minber Yan hoca girişleri yine minberin bütününde olduğu gibi dekoratif sivri kaş kemerlidir. Kemerin köşelikleri, minber aynasında olduğu gibi kıvrımlı rumiler ile süslenmiştir. Kıvrımlı dallar ve saplar ile rumiler oluşturulmuştur. Alçak kabartma tekniği, eğri kesim ve oluklu oyma teknikleri birarada uygulanmıştır. Hemen kaş kemerin altında dekoratiflik için kıvrımlı ve salyangoz formu parçalar bulunmaktadır. İçleri Rumiler ile süslenmiştir.



Şekil 3.22. Minber yan hoca girişi.



Şekil 3.23. Minber yan hoca girişi kaş kemer ve rumi süsleme.



Şekil 3.24. Yan hoca girişi dekoratif parça.

Yan hoca girişi üst kısmında dikdörtgen bir pano bulunmaktadır. Bu kısımda rumiler ve palmetler ile oluşturulmuş şekile kafes oyma tekniği uygulanmıştır. Bununla birlikte alt zemin biraz derin tutulmuştur. Arka zemin koyu seçilerek kıvrımlı motifler öne çıkarılmıştır. Dikdörtgen panoda kızılımsı bir renklendirme yapılmıştır. Rumilerin ve palmetlerin bağlantı yollarının ortasında oluklu oyma tekniğiyle İnişli- çıkışlı biçimde geçilmiştir.



Şekil 3.25. Minber köşk altı pano-doğu cephe.

3.1.2.5. Minber Kubbesi

Minber kubbesi, dönemlerinden farklı olarak soğancıklı kubbe şeklindedir. Kıvrımlı çizgiler taşıyan kubbede, köşk üstü kısımla birleşen yerde birinci soğancık genişçedir. Zarif bir şekilde incelen ve silindirik bir halka ile boğumlanan kubbe, ikinci geniş soğancığın üzerindeki hilal alem ile sonlandırılmıştır. Palmetler ile bezenen kubbe yeşil

yaldızlı renlendirmeyeyle belirginleştirilmiş ve kubbenin tüm yüzeyi alçak kabartma tekniğiyle çevrelenmiştir.

Minberin kubbesi başta olmak üzere genel hatlarıyla Anadolu’ daki minberler ve dönemindeki hiçbir minbere benzemediği bazı araştırmalarda belirtilmiştir. Y. Özbek eserin o dönemde Suriye’den göç eden mahir ustaların çizgilerini taşıdığını belirtmiştir. [101] Ayrıca Bayrakal’ a göre minberin kubbesi güneydeki toplumların uyguladığı mimaridir. Kahire’de bulunan birçok ahşap minberde de bu şekillerin uygulandığını belirtmiştir. Soğancıklı kubbelerin yoğun olarak uygulandığı ve köşk üstü taşların palmetlerle çevrelendiği örneklerin bulunduğunu belirtmiştir [27].



Şekil 3.26. Minber kubbesi.



Şekil 3.27. Minber kubbesi ön cephe.

3.1.2.6. Minber Bordür Analizi

Amasya Mehmet Paşa Cami minberine genel hatlarıyla baktığımız vakit bordürlerin katmış olduğu bir nizam vardır. Minber aynasından minber kapısına hemen hemen her kısmın bordürler ile çevrilmiş olduğu görülmektedir. Minber doğu yan cephesinde minber aynası, minber süpürgelik kısmı ve minber korkuluk kısmı ince bordürler ile çevrilmiştir. Bu bördürlerin bezemeleri, rumi parçaların kıvrımlı saplar ile şakayıklara bağlandığı inişli çıkışlı şaşırtmalı şekildedir. Alçak kabartma tekniği; bordürdeki parçaların birbirinden belirgin hale getirmek amacıyla bütününde görülür. Eğri kesim tekniği ise şakayıklar, bitkisel motifler ve rumi parçalarda uygulanmıştır. Oluklu oyma tekniği ise bağlantı kısımlarında orta bölümlerinde çizgisel olarak düşünülmüştür. Minber aynasındaki dik üçgeni çevreleyen genişçe olan bordürden minber aynası bölümünde bahsedilmişti.



Şekil 3.28. Minber yan doğu cephesinde genel bordür detayı.

Minber kapısının yanları ve alt kısmını çevreleyen geniş bordürde belirgin rumili desenler bulunur. Burada alçak kabartma tekniği, eğri kesim tekniği ve sap kısımlarında da oluklu oyma tekniği uygulanmıştır.

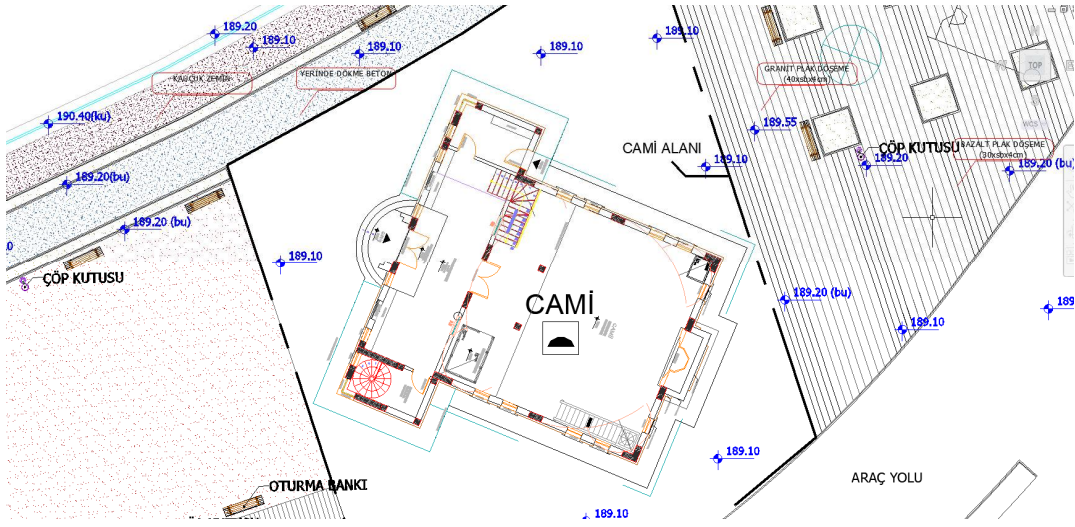


Şekil 3.29. Minber kapısı bordür detayı.

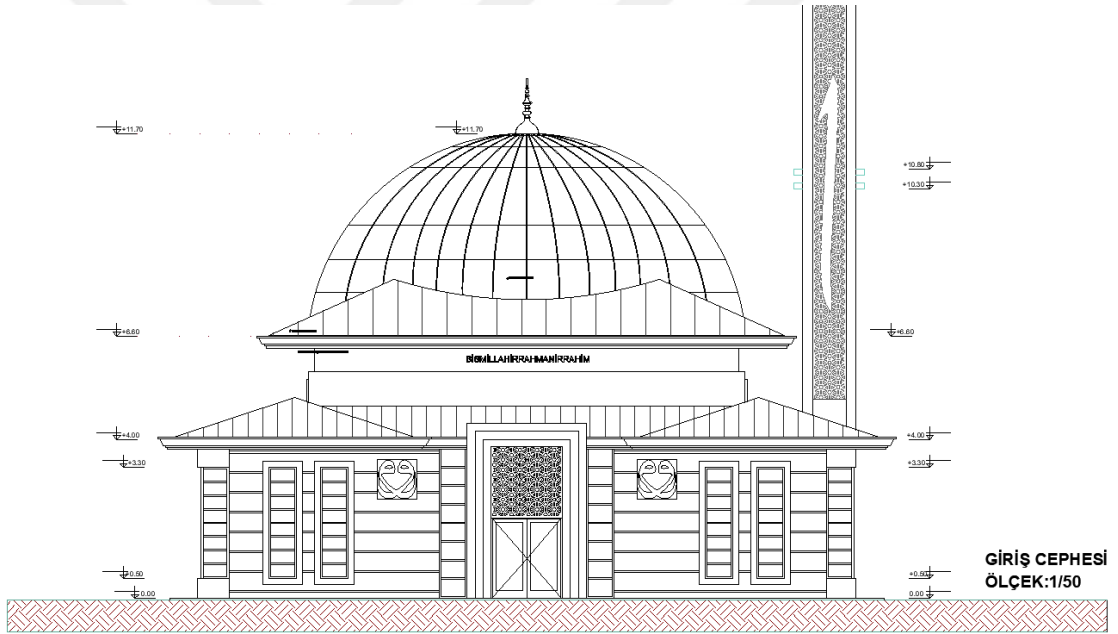
3.2. ARTVİN ŞEHİTLİK KÖYÜ CAMİ

Artvin Şehitlik Köyü Cami, çağdaş cami anlayışı ile tasarlanmış olup bakıldığında geleneksel çizgilerde yansıtmaktadır. Kare planlı olup zemin kat 192.80 m², mahfil kat 32.24 m² ve toplam kapalı alan 225.04 m² dir. Ana kütle 11x11 m, kubbe çapı 11 m, iç yükseklik h=11.5 m, minare yüksekliği 20 m, yerden kubbe altına kadar mesafe 11.5 m'dir. Camide 1 metre kareye 2 kişi gelecek şekilde düzenlenmiştir. Caminin dış cephesi mekanik sistem traverten kaplamadır. Minaresi ile ilgi odağı olan caminin Çoruh nehrinin kenarına konumlandırılmıştır. Cami-mekan ilişkisine uyumlu ve boyutları çevre ile ahenklidir. Minaresi "Elif harfi" şeklindedir. Elif şu şekilde tanımlanmıştır; "Allah" ın "Bir"liğini ifade eden bir "Vahdet" sembolüdür. Buna göre bütün harfleri, onların sebebi ve kaynağı olan elifte görmek, bütün varlıkları "Ahad" (Allah)' da görmek demektir. Çünkü elif harflerin evveli olduğu gibi Allah da bütün varlıkların evvelidir. Böylece elif Yüce Allah'ın, varlığının ezelde bidayeti, ebedde nihayeti olmayan, O'nun "Evvel", "Âhir", "Zahir" ve "Bâtın" olan yegane "BİR" olduğunu ifade eder. İşte bu yüzden elifi bilmek her şeyi bilmek demektir. [107]

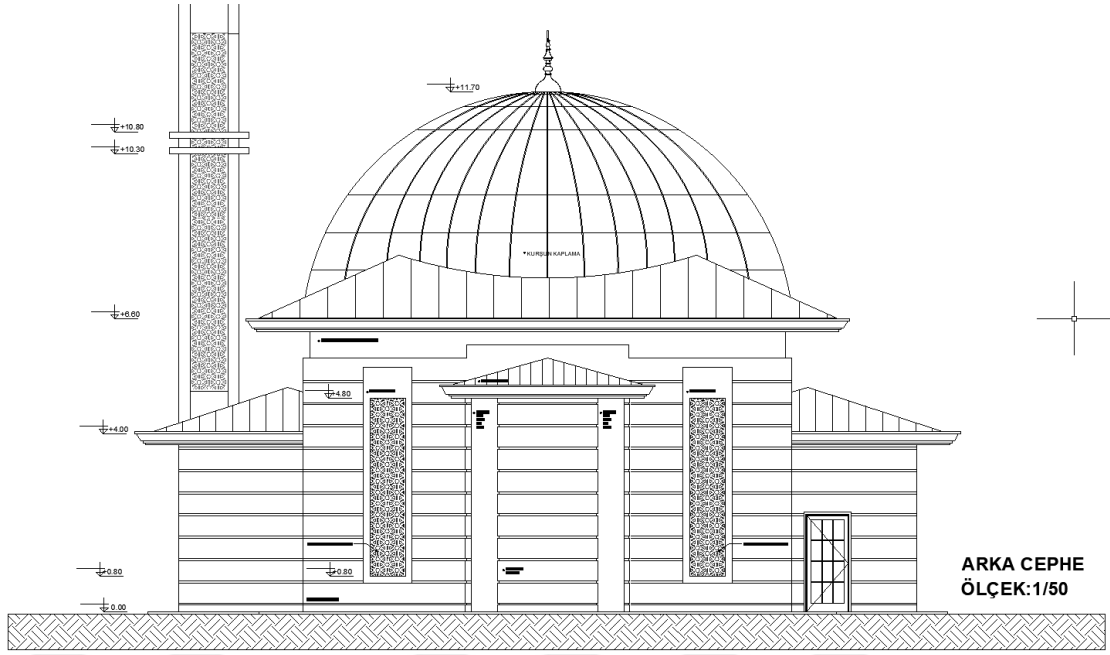
3.2.1. Artvin Şehitlik Köyü Cami Plan Görünümleri



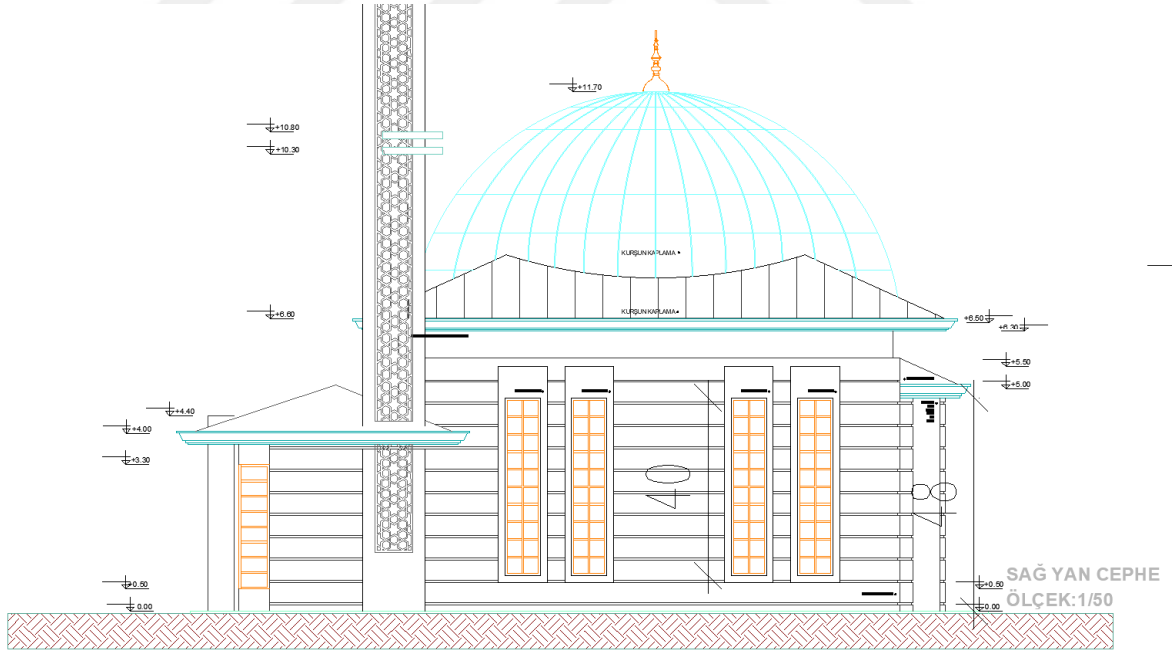
Şekil 3.30. Artvin Şehitlik Köyü Cami plan detayı.



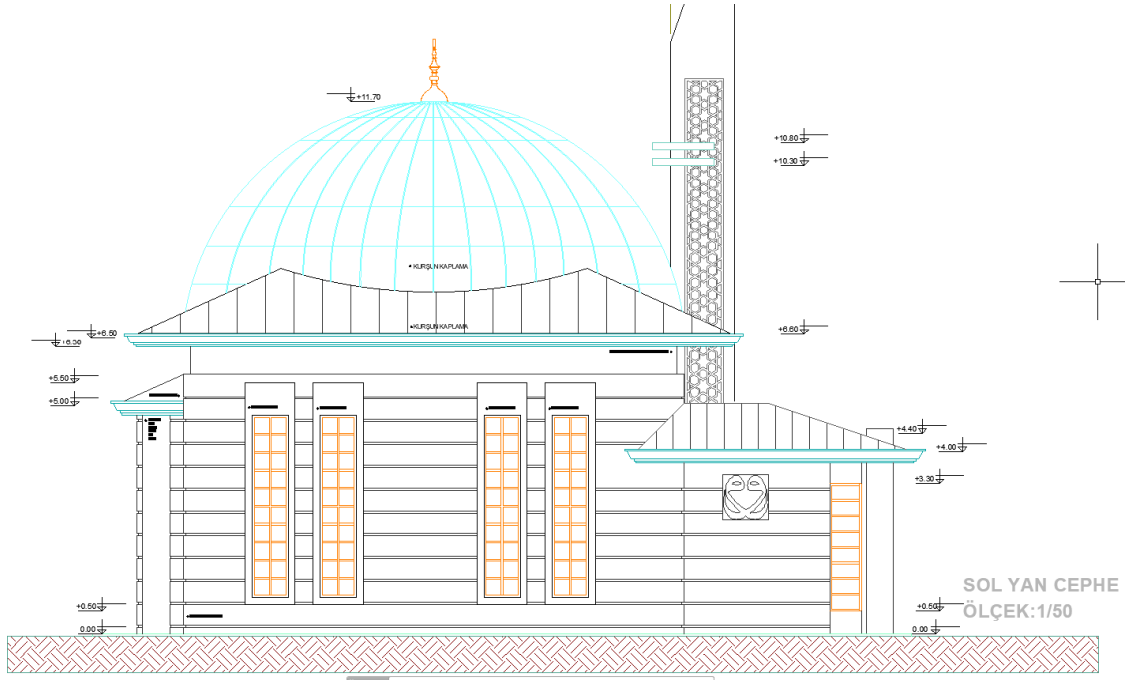
Şekil 3.31. Artvin Şehitlik Köyü Cami ön cephe (kuzey).



Şekil 3.32. Artvin Şehitlik Köyü Cami arka cephe (güney).



Şekil 3.33. Artvin Şehitlik Köyü Cami sağ yan cephe (batı).



Şekil 3.34. Artvin Şehitlik Köyü Cami sol yan cephe (doğu).

Şehitlik köyü cami yanında hemen bir şadırvan bulunmakta çevre düzenlemesi için yoğun çaba gösterilmektedir.

3.2.2. Artvin Şehitlik Köyü Cami Ahşap Eserleri

Artvin Şehitlik Köyü Cami gerek mimarisi gerekse iç ve dış ahşap işlemleriyle dikkat çekmektedir. Bu yapıda kullanılan ahşap kısımlar; minber, mihrap, vaiz kürsüsü, dış (Taç) ana kapı ve iç ana kapı, iç kapılar, son cemaat yeri pencereleri, kadınlar mahfili, son cemaat yeri, müezzin mahfili ve cami iç mekanında yaslanma yerleridir.

Öncelikle Amasya’da bulunan Erken Osmanlı Dönemine ait Mehmet Paşa Cami tüm detayları ile incelenmiştir. İlgili yapılan birçok yayın ve araştırmalara göre Amasya iline gidilerek cami ve içerisindeki tüm sanatsal motifler incelenmiş, fotoğraflanmış, teknik çizimi yapılmıştır. Autocad ve Alphacam ortamında tüm ayrıntıları ile birlikte yeniden geometrik olarak çizilmiştir. Çizimler mekanda boy-en oranına göre ölçeklendirilmiştir. Bitkisel ve geometrik tüm motiflerin anlamları, bunları mermerle işlerken kullanılan dönemin teknikleri detaylı biçimde araştırılmıştır.

Yapılan araştırmalar ve çizimlere göre Artvin İlinde bulunan ve konum itibari ile Çoruh Nehri kıyısında bir lokasyona sahip, dış mimarisi modern mimaride yapılmış Artvin Şehitlik Köyü Cami uygulama örneği olarak seçilmiştir. Ayrıca caminin tüm ahşap sanatsal işlemleri, ana taç kapı, iç ana kapı, tüm kapılar, pencereler, son cemaat yeri,

minber, mihrap, müezzin mahfili, vaiz kürsüsü, kadınlar mahfili, iç mekan ahşap motifli yaslanma parçalarına tarihi ve kültürel değere sahip motifleri ve teknikleri uygulanmıştır. Bu motifleri ve sanatsal düşünceyi özellikle Amasya Mehmet Paşa Camii minberi motifleri üzerinden uygulamaya özen gösterilmiştir. Ülkemizde bu alanda muazzam eserler bulunmakta ve bu eserlerdeki tarihi dokuyu mevcut modern yapılarda yaşatmak adına bu tez çalışması önem arz etmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında ilk olarak ahşap minber üretimi gerçekleştirilmiştir. Tüm çizimleri ve modellemeleri aslına uygun biçimde yapılarak cami mekanına uymak amacıyla %10 oranında büyütülmüştür. Tüm işleme tekniklerine sadık kalınarak (oyma teknikleri, kabartma teknikleri, kafes oyma tekniği, eğri kesim tekniği, oluklu oyma tekniği, çakma tekniği) bu motifleri CNC ile uygulanmıştır. Minberin bölümleri hassas bir biçimde binlerce kodlama satırı oluşturularak kodlar elde edilmiş olup minber kapısı, minber taç kısmı, bordür süslemeleri, minber aynası, minber korkulukları, yan hoca girişi, köşk kısmı, merdivenler, kubbe, süpürgelik kısımları, profiller, kıvrımlı grift süslemeleri işlenmiştir. Bu parçaların üretiminde farklı ağaç türlerine ait masif paneller ve keresteler kullanılmıştır. Bununla birlikte cami taç kapısı işlemleri ve süslemeleriyle ilgi çekicidir. Mihrap kısmında farklı teknikler ile birlikte el işçiliğinin ön plana çıktığı mukarnas kavsarasında 3D görünüm oluşmaktadır. Vaiz kürsüsünde kabartmalar ve bitkisel motifler yoğun kullanılmıştır. Kadınlar mahfili ve müezzin mahfili korkulukları yine motiflerden yararlanılarak masif panele uygulanıp İç ana kapıda aynı taç kapıda olduğu gibi hassas işlemler uygulanmış ve kasa yanları dahil mimari motifler ile çevrelenmiştir.

Şehitlik Camii ahşap sanatı uygulanmasında en ince ayrıntı düşünülerek, modern mimarideki dış yapıya; iç mekanda geleneksel çizgiler katmak, Anadolu'dan, Selçuklu'dan, Osmanlı'dan gelen tarihi camilerdeki taş ve mermer mimari motiflerin ahşap işlemeciliğiyle, yüksek teknoloji ve el işçiliği kullanarak uygulanması gerçekleştirilmiştir. Çizilerek, boyutlandırılarak, tasarım-3D modellemesi yapılarak, her bir çizim için yüzlerce kodlama dili üretilerek hummalı ve özverili çalışmayla tamamlanan bu nadide eser yaklaşık olarak 15 ay sürmüştür. Tarihi Amasya Mehmet Paşa Camii ve Trabzon Ortahisar Camii çizgilerinden esinlenilmiştir. Caminin her yerinde “ayet-mekan ilişkisi” özenle düzenlenmiştir. Bilhassa minberi ile ilgi çeken; farklı bir süsleme tekniği uygulanmış sadece çağdaş minberlerde değil, tüm Anadolu minberleri içinde süsleme düzeni ve teknikleriyle benzeri olmayan bir örnektir.

Kullanılan ağaç türleri dekoratif ve dayanıklılığı düşünülerek tropik kökenli sapelli, iroko, yerli olarak dişbudak tercih edilmiştir. Tüm ahşap yapı işlemleri Artvin Çoruh Üniversitesi olarak üstlenilen bu eserde aynı zamanda eğitim gören öğrencilere de (iç mekan tasarımı ve mobilya dekorasyon) derslerinde uygulamalı olarak tanıtılmıştır. Bu eser Artvin Çoruh Üniversitesi mobilya dekorasyon atölyesi teknik ekibinin katkılarıyla tamamlanmıştır.

3.2.2.1. Minber

Amasya'da Ocak 1486 tarihinde yaptırılan ve Bânisi, Sultan II. Bayezid'in veziri ve Şehzade Ahmed'in lalası olan Hızır Paşazâde Mehmed Paşa'dır. Mehmet Paşa Camiinde bulunan, mermerden olan minberi gerçek bir sanat eseridir. Şehitlik Köyü Camii minberinde ahşap işçiliğinin en nadide örneklerinden biri ortaya çıkarılmıştır. Sadece iki tür ağaç kullanmıştır. Bunlar tropik kökenli sapelli ve ülkemizde bulunan dişbudaktır. Neredeyse bütün yüzeyi alçak kabartma olarak girift rûmîler ve arabesklerle bezenen minberin Arap tarzı kemerlere sahip köşkünün üzerinde bir soğan kubbecik yer alır. Minber kapısının kıvrık dallarla bezeli bir sövesi olup kapısı sivri kemerlidir. Minber yan hoca girişi üstü deseni; tepelikler üzerinden eşit dağılım sağlanarak oluşturulmuş rûmî kompozisyonlu bir desendir. Kenar ve aralardaki bordürler; gonca ve yaprak motifleriyle birbirini içine geçerek oluşturulmuş bitkisel bordür örneğidir. Minber yan altlık kısmında üç adet pano bulunur. Süpürgeliğin üst panolarında 1. ve 3. pano aynı olup rûmîler ve düğümlü geçme motifleri var, orta panoda ise birbirine dallarla bağlanmış yapraklı çiçekler (şakayık) görülür.

Minber merdiveni korkulukların içleri kıvrımlarıyla dikkat çeker. Zafer alameti olarak bilinen palmet ve kanatlı Rumiler (Anadolu ve selçuklulara ait süslemeler) sıkça kullanılmıştır. Korkulukların üzerindeki kartuşlar içeri doğru oyma tekniği uygulanarak ve dış kenarları boşaltılarak yapılmış olup iki kartuşun arasında bir kabara ve kabara etrafında dilimli dört rûmî bulunmaktadır. Korkuluğun kapı sövesine dayandığı kesimlerde yarım palmet şekilli dekoratif bir dolgu vardır. Bunun üzerinde şakayık tarzındaki motiflerle bezenmiştir. Hurma ağaçlı cennet referanslarına uyarlanarak islami bir detay da oluşturulmak istenmiştir.

Doğu ve batı yöndeki yan aynalıkların tamamında süslenmiş olup içerisindeki dik üçgen detayı insanı cezbedicidir. Birbirine bağlanan palmet ve girift rûmîlerle donatılmış bitkisel kompozisyonudur. Bitkilerin sapı oluklu oyma, yaprak kıvrımları ise eğri kesim

teknikğine uygun işlenmiştir. Aynalığin üst kısmı düğüm motifiyle son bulurken, alt köşede sade bir palmet ile tamamlanmış. Dik üçgen dış bordürlerinde kolları iki paralel hatlı yarım 8 kollu yıldızlar, 5 sivri kollu yıldızlar ve çeşitli çokgenlerden oluşan sonsuz bezemelerdir. Oluklu oyma teknikğine uygun işlenmiştir.

Minber yan hoca girişi üstte kufi hat ile 4 halifenin isimleri (Beyşehir Eşrefoğlu cami minber kapısı tacında bulunan) Allah, Muhammed ve 4 halifenin isimleri bulunmaktadır. Minberin genel hatları arabesk dediğimiz kıvrık dal ve yaprak motifleri ile süslenmiştir. Arap tarzı kemerlere sahip köşkünün yan bordürleri ve iç kısımda motiflerle detaylandırılmıştır.

Minber kapısı aslı mermer ustalığının zirvesidir. Kapı kanatları paha biçilemez olduğundan zamanında İngiltere'ye kaçırılmıştır. Sonları ise devletimizin yoğun çabaları sonucu tekrar ülkemize getirilerek Ankara Vakıflar Genel Müdürlüğü'nde sergilenmektedir. Minber kapısının ahşaba uyarlanmış şekli de aslına uygun yapılmıştır. Kapı sivri kemerli olup iki kanattan oluşmakta ve birbirini tamamlayan geometrik şekiller ve kufi hatla süslenmiştir. Minber kapısı kanatları kıvrık dallarlarla bezenmiş olup 5 sivri köşeli yıldız ve çokgenler ile çevrelenmiştir. Yine üst tarafında kufi hat ile Kelime-i Tevhid yazılmıştır. Minber kapısı üstü taç kısmı dikdörtgen şekil olup dışbudak ağacının tüm güzelliğiyle içerisi boşaltılıp hat ön planda tutulmuştur. Mümin süresi 16. Ayet sonu (*Bugün hükümrانlık kimindir? Elbette tek ve mutlak hükümrان olan Allah'ındır!*) yazılmıştır. Bu ayetin etrafı da zamana ve tasavvuftaki Yol'dan gelip Yol'a gideriz vurgusu yapılmış küçük zarif "kum saati" bordürleri ile dolaştırılmıştır. Yine ayetin alt kısmında ince mukarnaslarla çevrelenmiştir. Minber kubbesi ince parçaların yanyana ve üstüste yapıştırılarak şaşırtma tekniği uygulanmıştır. Minberin boyutları, yükseklik kubbeyle birlikte 648 cm, 104 cm eninde ve 380 cm derinlikte olup aslından oransal olarak büyüktür.

3.2.2.2. Mihrap

Mihrap genel görünüş olarak dikdörtgen formda olup yalnızca iki tür ağacın ihtişamı göz önüne serilmiştir. Yalnızca mihrap içinde mukarnasta iroko ağacının aynalı ve parlak renginden faydalanılmıştır. Ön görünüşte tarihi Trabzon Ortahisar Cami mihrabı çizgileri ağır basmakla birlikte hiçbir yeri boş bırakılmaksızın oluklu oyma ve boşaltma tekniği uygulayarak, birbirine geçmeli sonsuz geometrik desenler, sivri yıldızlar, Rumiler ve arabesk kıvrımlar bezenmiştir. Mihrap içinde farklı bir mukarnas tekniği uygulayarak

yan yana ve üst üste prizmatik öğelerin dışı doğru derece derece taşarak islam sanatına uygun üç boyutlu görünüm elde edilmiştir. Mihrap içi kemeri, yine minber yan hoca girişindeki arap tarzı kemerlerden ilham alınarak Rumilerle süslenerek uygulanmıştır. Hemen kemerin üstteki ayet-i kerime Bakara süresi 144,149 ve 150. ayetlerde geçmekte olup meali “Yüzünü Mescid-i Haram (Kabe) tarafına çevir”. Mihrabın boyutları 510 cm yükseklik ve 350 cm enindedir.

Mihrabın üst taç kısmı dikdörtgen prizması içine alınarak minber tacı ile uyum birlikteliği sağlanmıştır Mihrabın en üstte bulunan hattı, tarihi Bursa Yeşil Camii mihrabının üstünde bulunan aslı bozulmadan özenle hazırlanan hattın aynısıdır. Hat'ta “**La İlahe İllallah Muhammedün Resûlullah Lâ Havle Velâ Kuvvete İllâ Billâh**” yazmakta olup manası “Allah'tan başka ilah yoktur. Muhammed aleyhissalatü vesselam da Onun Resulüdür” devamında “Güç ve Kuvvet Sadece Büyük ve Yüce Olan Allah'ın Yardımıyla Elde Edilir”

3.2.2.3. *Vaiz Kürsüsü*

Vaiz kürsüsü ana hatlarıyla üç boyutlu görünümle farklılık oluşturmuştur. Kabartma işleme tekniği, oluklu oyma ve boşaltma tekniği uygulanmıştır. Süsleme bordürleri kıvrımlı çiçek ve yaprak motifleriyle kaplıdır. Boyutları 275cm yüksekliğinde ve 73 cm derinliktedir. Yaslanma yeri, kolçaklar ve Kuran-kerim küçük rahlesi genel cami desenlerine uyumlu motifler ile detaylandırılmıştır.

3.2.2.4. *Dış (Taç) Ana Kapı ve İç Ana Kapı*

Ağaç türü olarak sapelli kullanılan çift kanatlı kapıda geleneksel motiflerden yararlanılmış, minber kapısının ihtişamından esinlenerek Selçuklu döneminde sıkça kullanılan kemer ile farklı bir esinti sunmuştur. Rumi ve palmet süslemeler, yıldız motifleri, kıvrımlı yaprak ve çiçekler ile süslenmiştir. Kapı kasaları da boş bırakılmamış yüzeyleri de geometrik sonsuz yıldız, çokgenler ile işlenmiştir. Oluklu oyma, boşaltma, 3 boyutlu modelleme yapılarak işlenmiştir. Çerçeveleri belirgin kılmak amacıyla dışbudak ağacından yararlanılmıştır. Ana kapının üstünde bulunan Hat **Allahümme yâ müfettihal ebvâb**. İftah lenâ hayral bâb “Ey kapıları açan Allah'ım bize hayır kapısını aç” anlamındadır. Dış Ana kapının hemen arkasındaki hat yazı da ise Nisa süresi 103. Ayet **İnnes salâte kânet alel-mü'minîne kitâben mevkûtâ “Çünkü namaz müminlere belirli vakitlerde yazılı bir farzdır” yazılmaktadır.** İç ana kapıda ise aynı şekilde teknik uygulanmış ve geometrik şekiller ile bezenmiştir. Her iki kanatın da ön ve arka

kısımları farklı motifler ile düşünülmüştür. Kapı kasaları 3D modelleme ile alçak kabartma ve oyma tekniğine sadık kalarak işlenmiştir. İç ana kapının üst kısmındaki hat yazıda ise Cin Süresi 18. Ayet bulunmaktadır. “**Ve ennel mesâcide lillâhi** fe lâ ted'û maallâhi ehadâ(ehaden)”. Meali “ Mescidler şüphesiz Allah’ındır. O halde Allah ile birlikte kimseye yalvarmayın (ve kulluk etmeyin)”.

3.2.2.5. Kadınlar Mahfili

Bu kısım ahşap korkuluklar ile çevrelenmiş olup sapelli ağacı kullanılmıştır. Teknik olarak oluklu oyma ve düşürme tekniği seperasyonu kullanılmıştır. Arada bulunan direklerde sonsuz 5 sivri uçlu yıldız motifleri, çokgen motifleri, alttan üstten şaşırtma detayları kullanılmıştır.

3.2.2.6. Son Cemaat Yeri

Dış ana kapı ve iç ana kapı arasında kalan alandır. Heybetli iki kapı, ayetler ve ahşap motifli yaslanma kısmından oluşmaktadır. Kapıların üst kısımlarında konumlandırılan çerçeveli ayetler el işçiliğinin nadide eserleridir. Tüm ayetler el ile kesilerek Hat’ tın aslına uygun bir biçimde yapılmıştır.

3.2.2.7. Müezzin Mahfili

Caminin iç ana kapısının batı kısmında yer alan kısımdır. Ahşap ile çevrelenmiştir.

3.2.3. Artvin Şehitlik Köyü Cami Ahşap Konstrüksiyon ve Ahşap Süsleme

Ahşap konstrüksiyonları ve süsleme sanatlarıyla ön plana çıkan yapıda birçok teknikten ve birleştirmelerden yararlanılmıştır. Bakıldığında kullanılan malzemeler masif ağırlıklıdır. Masif paneller, keresteler, masif parçalar, masif kaplamalar kullanılmıştır. Mihrabın dayanıklılığını artırmak ve daha düzgün konstrüksiyon oluşturmak amacıyla rutubete karşı dayanıklı fenol formaldehitli kontrplak görünmeyen iskelet kısmında kullanılmıştır. Sapelli-dişbudak ağırlıklı ve bazı ince süslemelerde iroko ağacı kullanıldı. Keresteden uygun boyutlarda kesilen parçalar yanyana, zıvanalı, kendinden çıtalı birleştirme, yabancı çıtalı birleştirme teknikleriyle eklenerek uygun tutkalla daha geniş levhalar elde edilmiştir. Tutkal olarak Würth markalı poliüretan express montaj yapıştırıcı kullanılmıştır. Tutkalın bazı özellikleri şunlardır:

- Kimyasal baz: PÜ çözeltileri
- Renk: Açık sarı

- Yoğunluk: 1,13 g/cm³
- Tam k rleme hızı/koşullar: 5 m/min / 23°C ve %50 bağıl nem
- Yoğunluk/koşullar: 1,13 g/cm³ / 23°C'de, %50 bağıl nemde
- Yırtılmaya karşı min. boyuna direnç: 6.86 N/m
- Min./maks. işlem sıcaklığı: 5 ila 35 °C
-  retimden itibaren raf ömrü/koşullar: 12 Ay / 5°C - 25°C arasında



şekil 3.35. Sapelli ve dişbudak kereste.



Şekil 3.36. Sapelli masif solid panel ve sapelli kereste.



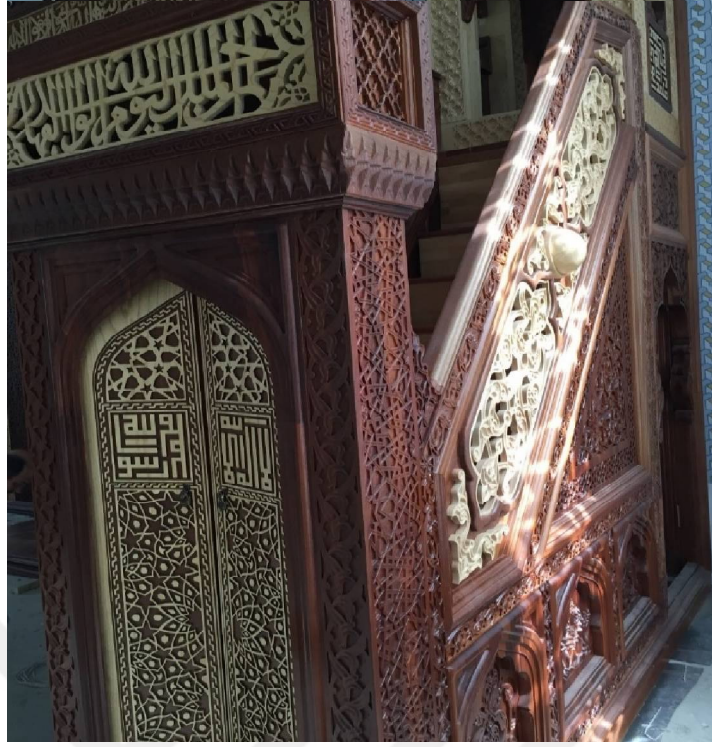
Şekil 3.37. Dişbudak kereste.



Şekil 3.38. Dişbudak kereste ve biçilmiş kereste.

3.2.4. Ahşap Minber

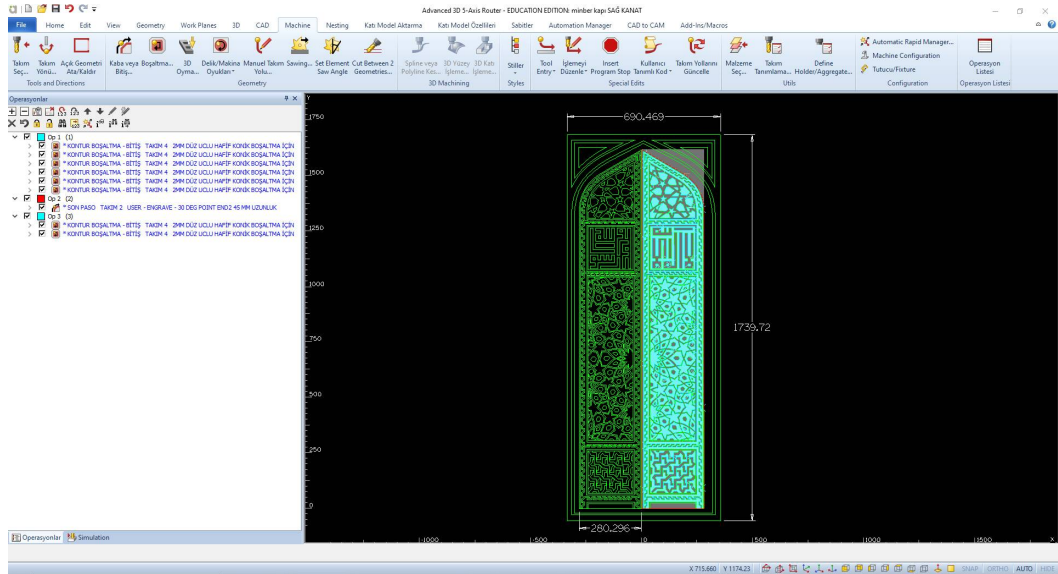
Ahşap minber genel hatlarıyla, mermer olan orjinaline göre yüzde on büyütülmüştür. Aslındaki çizgilere sadık kalarak birkaç değişiklik yapılmıştır. Sapelli ve dişbudak masif malzemesi kullanılan bu muazzam yapı camide en ilgi çeken kısımdır. Ahşap minberin üzerinde birçok ahşap süsleme tekniği kullanılmıştır. Bunlar oyma, alçak kabartma tekniği, yüksek kabartma tekniği, yüksek teknoloji CNC işleme teknikleri, kafes oyma tekniği, çakma tekniği, oluklu oyma tekniği kullanılmıştır. Yüksek teknoloji CNC kullanımının yoğun olduğu bu yapıda aslına uygun griftler, kabartmalar, oymalar, boşaltmalar ustalıklı uygulanmış olup yapılan tüm işlemlerin öncelikle geometrik çizimi yapılmıştır. Autocad ve Alphacam programları kullanılmıştır. Minberde bulunan motifler ve şekillerin detaylı çizimi yapılmıştır. Tüm kısımlar parça parça ele alınıp mimari çizimi uygulanmıştır. Daha sonra Alphacam programı kullanılarak ahşaba işleme olanakları incelenmiştir. Yoğun uğraş ve ince hesaplamalar ile ahşaptaki görünimleri elde edilmiştir. Bu kısımlar; ahşap minber kapısı, ahşap minber taç kısmı, ahşap minber yan aynalık, ahşap minber korkuluk, ahşap minber süpürgelikler, ahşap minber yan hoca girişi, ahşap minber bordürleri, ahşap minber köşk ve ahşap minber kubbedir. Bu parçaların çizimleri ve ahşaba işlenmiş kısımları aşağıda açıklanacaktır.



Şekil 3.39. Ahşap minber.

3.2.4.1. Ahşap Minber Kapısı

Minber kapısı kanatları aslına uygun çizgilerde düzenlenip sapelli kereste üzerine 1 mm kalınlığında dişbudak masif kesme kaplama ile örtülmüştür. Kaplama uygun tutkal ve basınç altında sapelli malzeme üzerine tek katlı preste preslenmiştir. Minber kapısı ile ilgili detaylı bilgi daha önce belirtilmiştir.



Şekil 3.40. Minber kapısı alphacam görüntüsü.

Minber kapısı, çizimi yapılmış ve Alphacam programında kodlanarak yüksek teknoloji CNC flat tablada, düz uçlu kesici takımları ile birlikte oyularak uygun form oluşturulmuştur.



Şekil 3.41. Minber kapısı çizimi ve takım yolları.



Şekil 3.42. Minber kapısı kanatları.

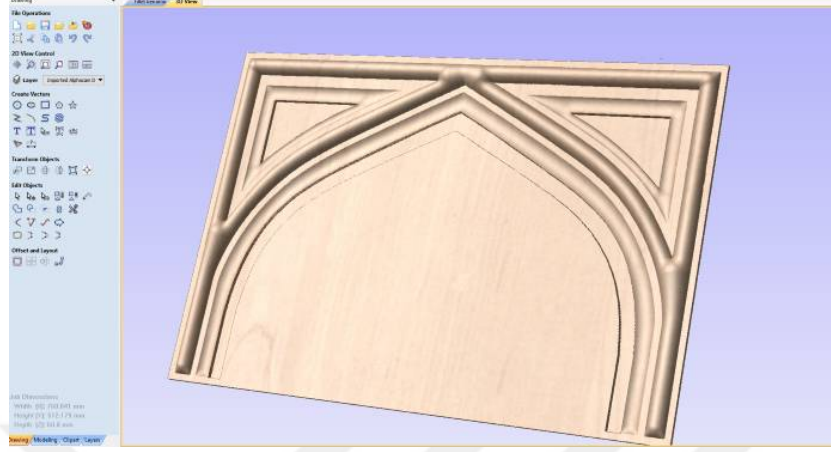
Minber kapı kanatları dolgu verniği ve son kat vernik atılmış hali ile daha belirgin hatlara sahip olmuştur. Sapelli ağırlıklı görünüm açık dışbudak doğal rengi ile taçlanmıştır.



Şekil 3.43. Minber kapısı işlemesi.

Minber kapı kanatları kenarları da yine sapelli ağacından sınırları yuvarlatılarak çevrelenmiştir. Bu işlem alphacam de aspire yardımıyla modellenerek elde edilmiştir. Belirli kalınlıkta 3D işlem görmüştür. Sivri kemer dönülerek minber kapı kanatları

kaplanmıştır. Bu işlem yapılırken kademeli bir modellemeye birlikte söz konusu minber kanatları bütünleştirilmiştir. Yine ön kesitten bakılınca kenarlar kıvrımlı rumiler ile modellenerek yapılmıştır.



Şekil 3.44. Minber kapısı kemer modellemesi.

3.2.4.2. Ahşap Minber Taç Kısım

Minber Taç kısmı dikdörtgen formda olup alt kısmı mukarnaslar ile çevrelenmiştir. Sapelli masif malzemesinin içerisine dışbudak masif malzemedan kafes oyma tekniğinin en güzel örneklerinden biri elde edilmiştir. Kenarları CNC de “V” uçlu 30 derecelik bıçak ile motife uygun biçimde şekillendirilmiştir.

Minber Taç kısmının alt tarafında bulunan mukarnas, çizimi yapılmış ve 3D modellenerek katı cisim halinde alphacamde kodlama dili oluşturulmuştur. Bununla birlikte CNC de sapelli solid masif panele işlemele yapılmıştır.



Şekil 3.45. Minber taç kısmı.



Şekil 3.46. Minber taç kısmı sulüs hat.



Şekil 3.47. Minber taç kısmı dikdörtgen form.

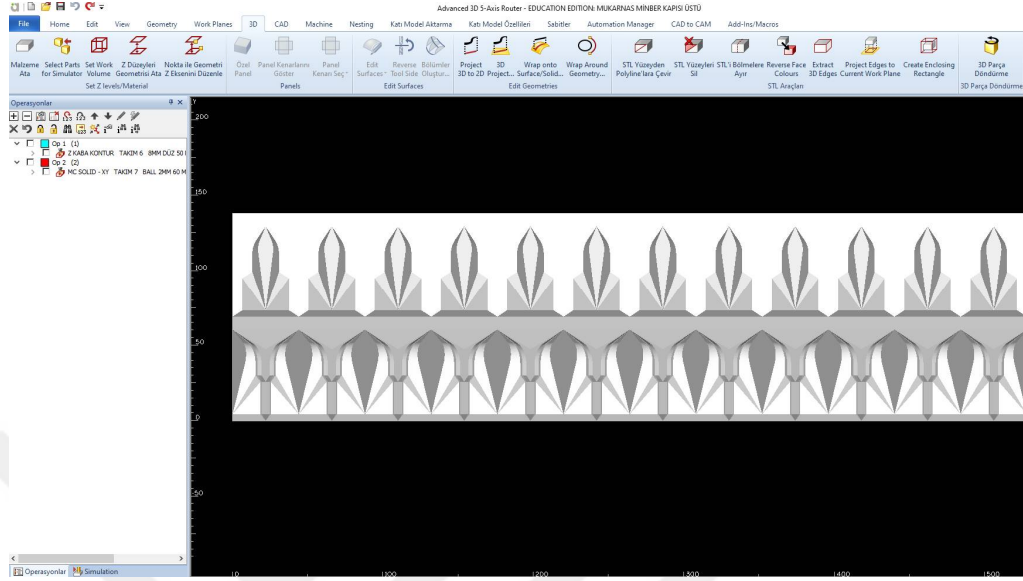
Dişbudak masif malzemedan kafes oyma tekniğine uygun kıl testere makinası ile oyma işlemi yapılmıştır.



Şekil 3.48. Minber taç kısmı ve mukarnas.

Ahşap minber taç bölümünde dikdörtgen form içerisine yerleştirilmiş sülüs hat yazısı olan Mümin süresi 16. Ayet sonu yazılmıştır. Aynısı Konya Alaadin Cami minberinde kufi hatta yazılı şekildedir.

Dikdörtgen formu çevreleyen mukarnas, mermer olan orjinalindeki gibi modellenmeye çalışılmıştır. Üç boyutlu kademeli görünüme sahip bu süsleme ahşapta minber kapısını ayrı bir hava katmaktadır.

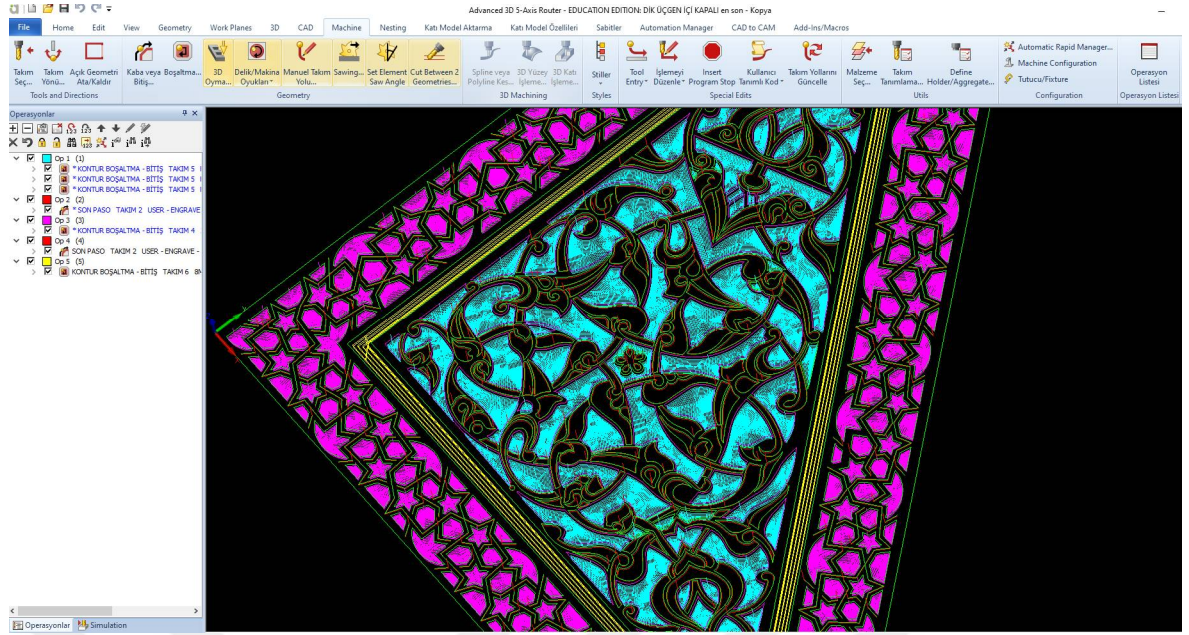


Şekil 3.49. Minber taç kısmı mukarnas 3d modellenmesi.

3.2.4.3. Ahşap Minber Yan Aynalık

Ahşap minberi yan aynalıkları her iki yöndede (doğu-batı) bulunmaktadır. Yan aynalık dik üçgen formunda olup iç kısımlarındaki ahşap süsleme sanatlarına uygun işleme ve modellemeler yapılmıştır. Oluklu oyma tekniği, alçak kabartma tekniği, eğri kesim tekniklerine uyulmuştur. Palmet ve grift rumiler en hassas biçimde işlenmiştir. Autocad tasarım programında çizilen, alphacam tasarım-üretim programında modellenen ve kodlama dili oluşturulan bu parça yüksek teknoloji CNC makinası ile uygulanmıştır.

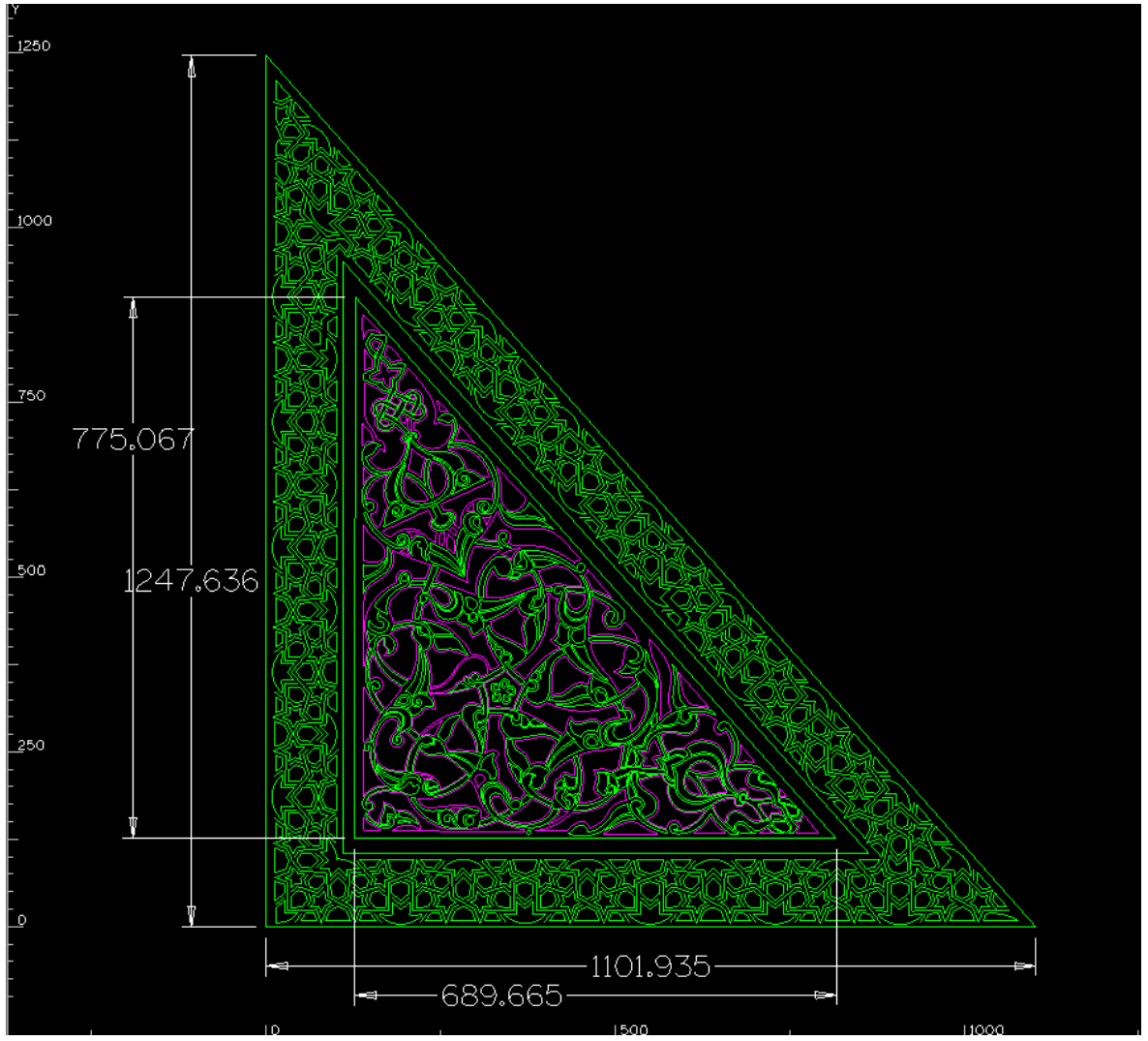
Alphacam programında tüm çizimi düzenlenen ve CNC için bıçak yolları atanan parça 30 mm kalınlığında sapelli masif panele işlenmiştir. V uçlu 30 derecelik engraving bıçak, 3mm flat uçlu bıçak, 2mm flat uçlu bıçak, 8 mm flat uçlu bıçak, 2mm uçlu 3D freze uçlu bıçaklar kullanılmıştır. Bununla birlikte Alphacam programında bulunan Aspire modelleme eklentisi sayesinde çizim 3D görünümde tasarlanarak “stl” uzantılı katı cisim oluşturulmuştur.



Şekil 3.50. Ahşap yan aynalık takım yolları.

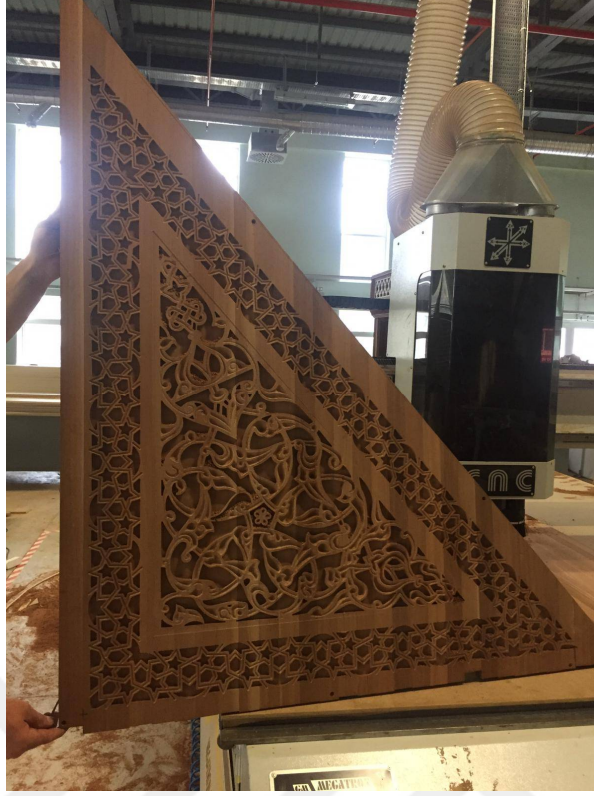


Şekil 3.51. Ahşap yan aynalık aspire 3d modelleme.

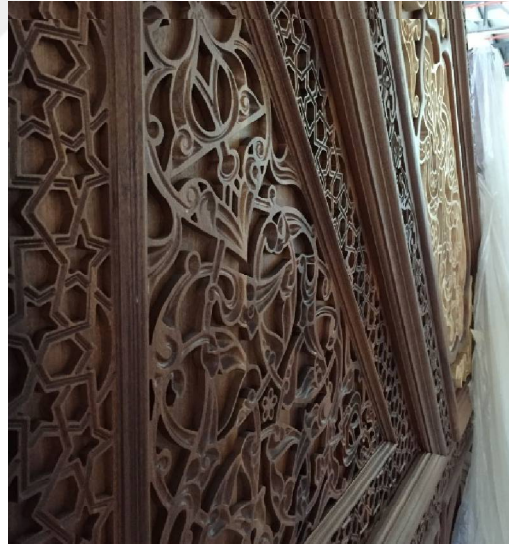


Şekil 3.52. Ahşap yan aynalık çizimi.

Sapelli ağacının anatomik yapısı ve dekoratif görünümünden yararlanılarak kıvrımlı desenler daha belirgin hale getirilmeye çalışılmıştır. Kullanılan bıçak türleri, kalınlıkları, oyma derinlikleri ve CNC parametreleri uygun bir biçimde ayarlanmıştır. 3D işlem yapılırken masif malzemenin anatomik yönlerinde işlemler yapılmaktadır. İnişli çıkışlı, yuvarlak, kıvrımlar, sivri işlemler, derinlemesine, lif yönünde, lif yönüne dik gibi uygulanan işlemler ağaç malzememizde farklı görünümler ortaya koymaktadır. İşleme yönüne ve yöntemlerine göre yüzeyde oluşan pürüzlülükte önem arz etmektedir. Bununla birlikte daha sonra uygulanan üst yüzey işlemlerinde canlı dekoratif yüzeyler için en uygun şartlar sağlamak gerekmektedir.



Şekil 3.53. Ahşap yan aynalık sapelli masif malzeme.



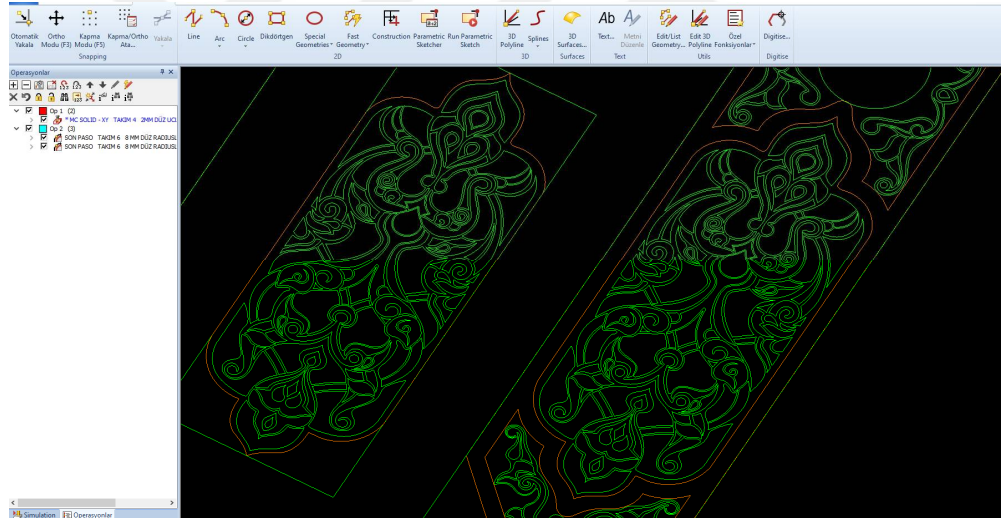
Şekil 3.54. Vernikli ahşap yan aynalık.

3.2.4.4. Ahşap Minber Korkuluk

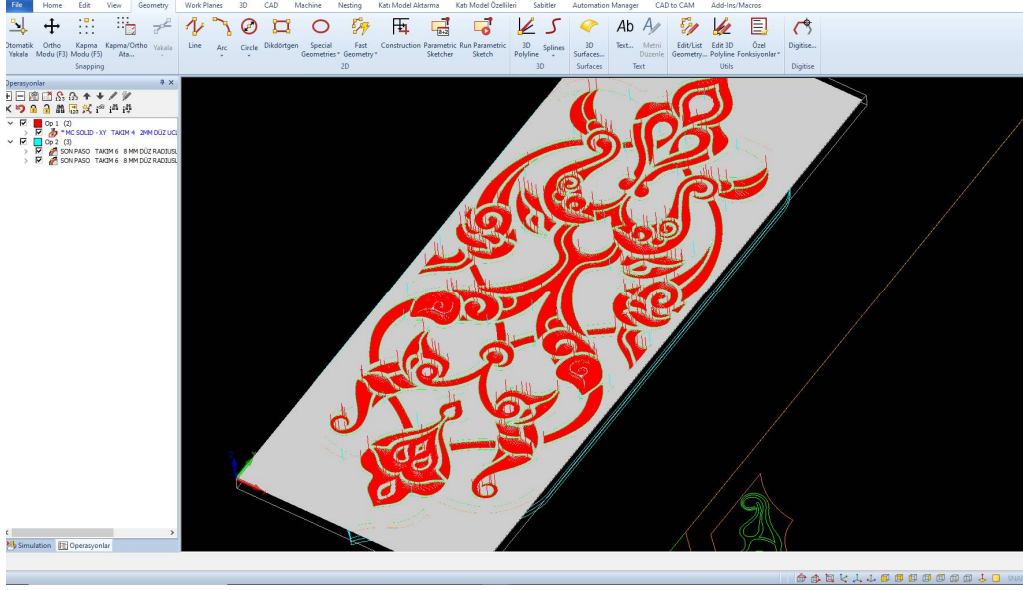
Korkuluklar minberin ana yapısına uygun ve dekoratifliğine göre her iki tarafta da bulunmaktadır. Korkuluk, içindeki kartujlarıyla dikkat çekmektedir. Bu kadar kıvrımlı desenlerle uygulanan teknik dönemin minberlerinden farklıdır. Eğri kesim tekniği ve kafes oyma tekniklerine göre CNC’ de düzenlenmiştir. Autocad tasarım programında çizilen, alphacam tasarım-üretim programında modellenmiş ve kodlaması yapılmıştır.

Alphacam programında çizimi yapılan ve CNC için bıçak yolları atanan bu kısımda; korkuluk içindeki dört adet kartuj ve ek kıvrımlı süslemeler bulunmaktadır. Bunlar 18 mm kalınlığında dişbudak masif malzemeye işlenmiştir. Bununla birlikte bu kartujları kaplayan sapelli kabartmalı kıvrımlı çerçeveler dekoratif bir görünüm sağlamaktadır.

18 mm kalınlığında masif dişbudak kartujlarda, 8 mm flat uçlu bıçak, 2 mm uçlu 3D freze uçlu bıçaklar kullanılmıştır. Aspire modelleme ile çizim 3D görünümde hazırlanmıştır.



Şekil 3.55. Ahşap minber korkuluk takım yolları.



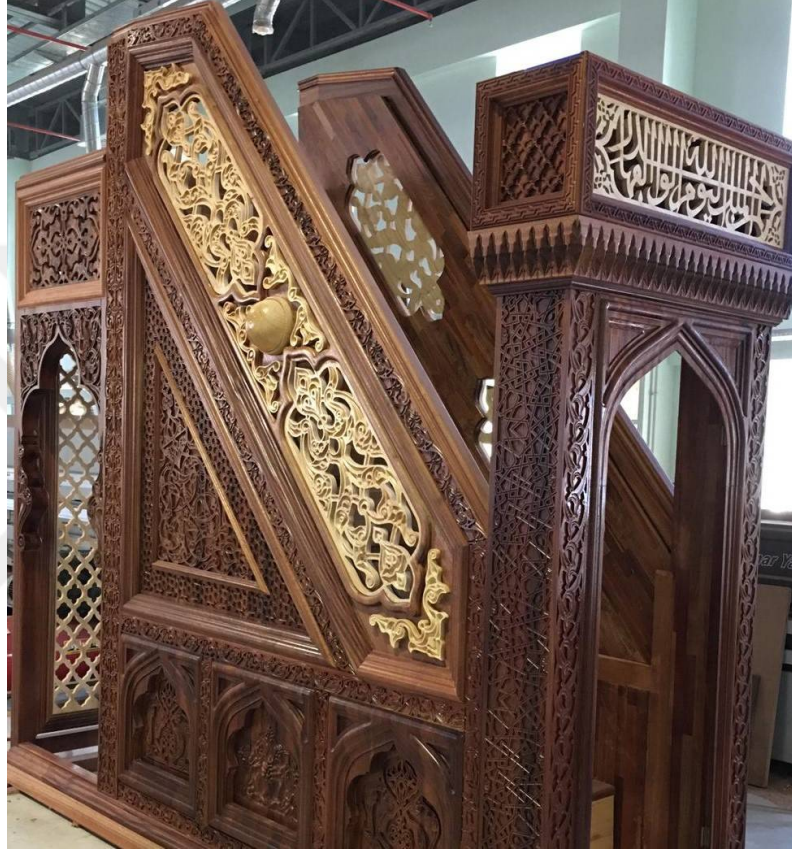
Şekil 3.56. Ahşap minber korkuluk kartuj modellemesi.



Şekil 3.57. Ahşap minber korkuluk dışbudak masif malzeme.

Ahşap minber korkulukların tam ortalarında her iki tarafta da olmak üzere iki adet yine dışbudak ağacından yapılmış kabaralar bulunmaktadır. Bu kabaralar orijinalinin şekline sadık kalınarak ağaç tornasında işlem görmüştür.

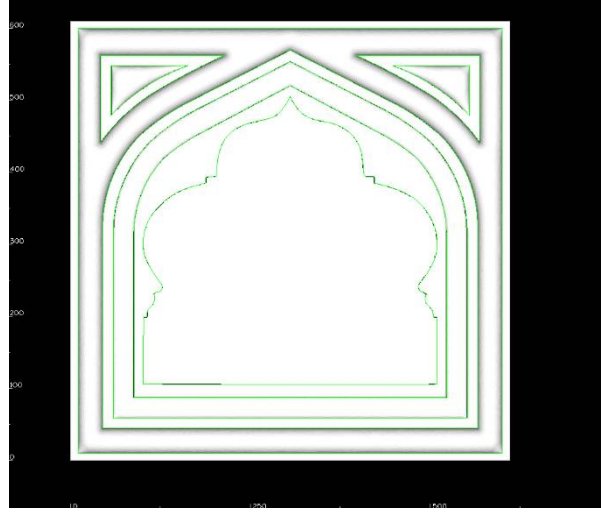
Korkulukların kenarlarına sapelli masif malzemedan kademeli bir şekilde çerçeve dönülmüştür. Dekoratif profiller kullanılarak tamamlanmıştır. Bunun devamında minberin bütününe hakim kıvrımlı sapelli bordür süslemeleriyle çevrelenmiştir.



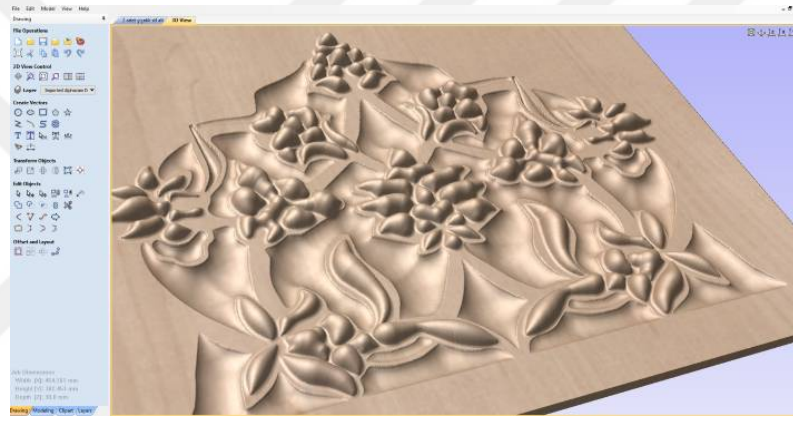
Şekil 3.58. Vernikli ahşap minber korkuluk yan görünüm.

3.2.4.5. Ahşap Minber Süpürgelikler

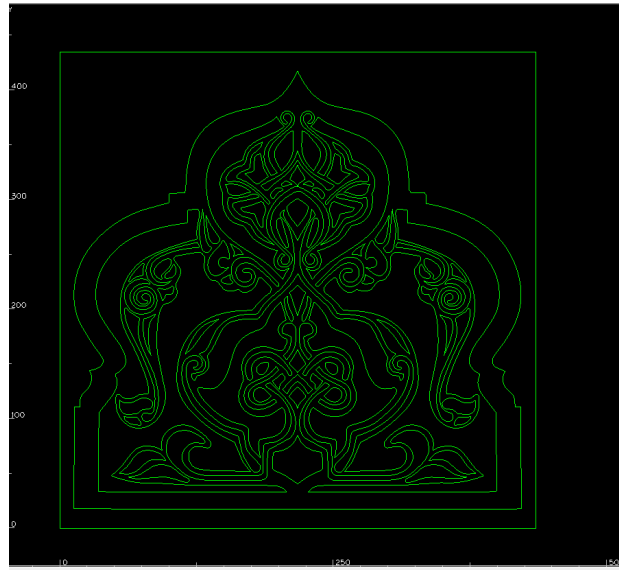
Ahşap minber süpürgelikler doğu ve batı cephede üçer adet olmak üzere toplamda altı kısımdan oluşmaktadır. Bunların hepsinin içleri oyularak asıl şekillerinde uygulanmıştır. Oluklu oyma, eğri kesim ve alçak kabartma teknikleriyle uyumlu tasarlanarak CNC ile işleme alınmıştır. Her bir bölmenin çevresi 3D modellenerek kademeli yuvarlatılmıştır. Bakıldığında derinlik kazandırılarak yapılan bu modellemede 30 mm kalınlığında sapelli masif panel malzemesi kullanılmıştır.



Şekil 3.59. Ahşap minber süpürgelik panosu.



Şekil 3.60. Ahşap minber süpürgelik iç desen modellemesi.



Şekil 3.61. Ahşap minber süpürgelik iç desen çizimi.

18 mm sapelli malzemeye, 8 mm flat uçlu bıçak, 2mm uçlu 3D freze uçlu bıçak ve 2 mm düz uçlu boşaltma bıçakları kullanılmıştır. Aspire modelleme ile çizim 3D olarak düzenlenmiştir.

Pano içlerine üç boyutlu görünüm kazandıran genel hatlar, minberimizin tamamında bulunanan bordürler ile boş yer kalmayacak şekilde süslenmiştir. Minber kapısındaki sivri kemer ile uyum içerisinde olan bu süpürgelik panoların uc kısmı biraz daha yuvarlak formdadır.



Şekil 3.62. Ahşap minber süpürgelik.

3.2.4.6. Ahşap Minber Yan Hoca Girişi

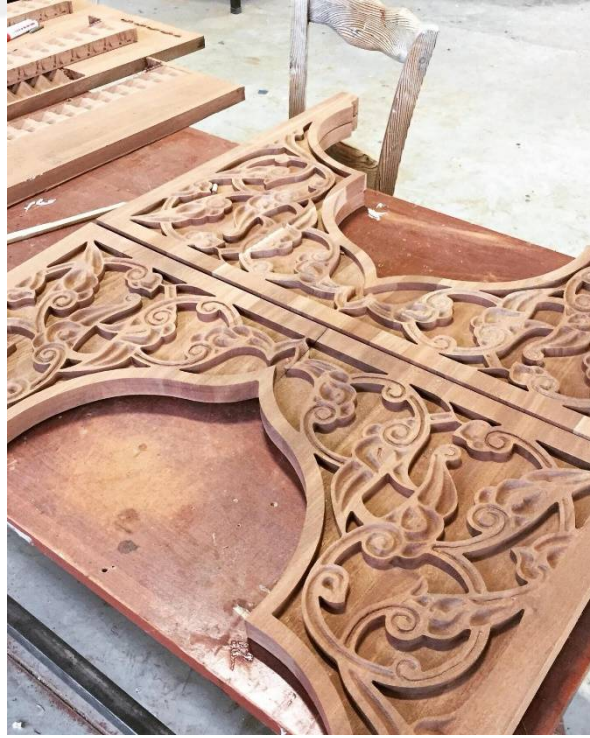
Minber Yan hoca girişleri iki kademeli sivri kaş kemerlidir. Kıvrımlı rumiler, kıvrımlı dallar ve sapsar ile rumiler bu kısımda belirgindir. Alçak kabartma tekniği, eğri kesim ve oluklu oyma tekniklerine uyularak CNC ile işlenmiştir. Kaş kemerin altında içleri rumiler ile süslenmiş kıvrımlı ve salyangoz formu parçalar eklenmiştir. Sapelli malzeme kullanılmıştır.

Kemerin köşelikleri 3D modellenerek kıvrımları belirginleştirilmiştir. Minberin her iki tarafında da yan hoca girişi açıktır. Aynı malzemeden ve teknikle uygulanmıştır. 60 mm kalınlık verilerek sağlam ve bütünleşik duran bir giriş oluşturulmuştur.

Yan hoca girişinin hemen üst bölümünde bir pano bulunmaktadır. Burada da kafes oyma tekniği ve alçak kabartma tekniğine göre CNC de uygulanmıştır. 8 mm flat uçlu bıçak, 2mm uçlu 3D freze uçlu bıçak kullanılmıştır.



Şekil 3.63. Ahşap minber yan hoca girişi.

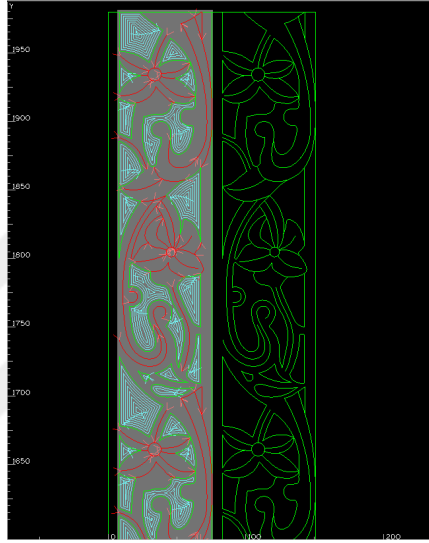


Şekil 3.64. Ahşap minber yan hoca girişi kaş kemerli köşelikler.

3.2.4.7. Ahşap Minber Bordürleri

Minber bordürlerinde rumi parçalar kıvrımlı şekilde saplar ve şakayıklar ile çevrelenmiştir. Alçak kabartma tekniği, oluklu oyma tekiği, eğri kesim tekniğine uygun olarak çizilmiştir. Tasarım ve üretim programları ile birlikte CNC de kodlanarak üretilmiştir. Bitkisel ve geometrik motiflerin uygulandığı bordürlerin tamamında kullanılan ağaç türü sapellidir.

18 mm sapelli ağacından laminasyonla oluşturulmuş panellere işlenmiştir. Ağaç malzemenin solid panel olmasından dolayı genelde renk farklılıkları oluşmamaktadır.



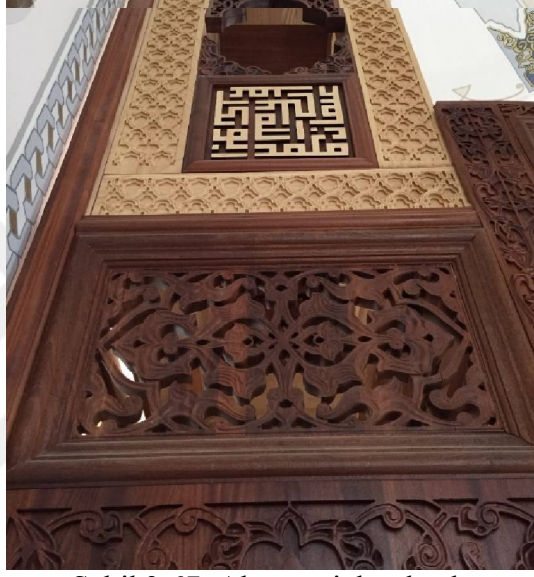
Şekil 3.65. Ahşap minber bordürleri çizimi ve takım yolları.



Şekil 3.66. Ahşap minber bordürleri.

3.2.4.8. Ahşap Minber Köşk

Minberin köşk kısmında uzun direkler kullanılmış ve birleşme yerleri düz geçilmiştir. Dişbudak malzemenin ağırlıklı kullanıldığı bu bölümde direk aralarında yine minberle uyumlu sivri kaş kemerler kullanılmıştır. Bu kaş kemerler sapelli masif malzemeden yapılmış olup kenarları yıldız motifleri ile süslenmiştir. Hemen alt bölümde çerçeveli kufi hat görünmektedir. Köşeliklerde yine eğri kesim tekniğine ve alçak kabartmaya uygun şekilde CNC de işleme yapıldığı görülmektedir.

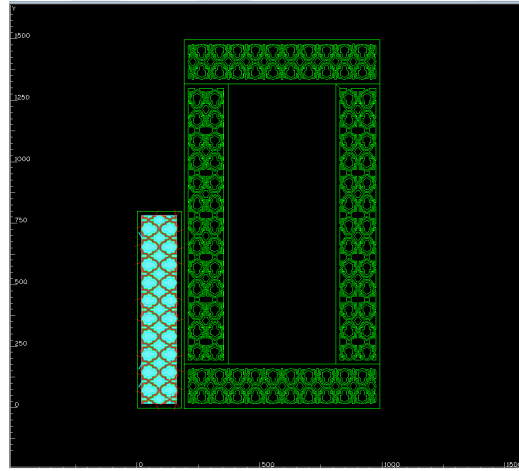


Şekil 3.67. Ahşap minber köşk.

Köşk kısmının üst tarafında bulunan taç, sapelli ağacından çerçeveli ve palmet şekilli çıkıntılarla donatılmıştır.



Şekil 3.68. Ahşap minber köşk kısmı ve taç.



Şekil 3.69. Ahşap minber köşk direklerin desen çizimi.

3.2.4.9. Ahşap Minber Kubbe

Ahşap minber kubbe aslına uygun formda ve soğancık halkalarıyla birlikte tasarlanıp üretime alınmıştır. Soğancık halkaların üzerinde bulunan palmetlerin yerine farklı bir teknik kullanılmıştır. Tamamen elde teker teker birleştirilerek eşine az rastlanır bir örnek ortaya koyulmuştur.

Boyutları belirlenen kubbenin formu çizilerek kademeli şekilde bir sapelli bir dışbudak malzeme olacak şekilde yan yana ve üst üste yapıştırılmıştır.



Şekil 3.70. Ahşap minber kubbe birleştirme.



Şekil 3.71. Ahşap minber kubbe.

3.2.5. Ahşap Mihrap

Ahşap mihrap genel hatlarıyla dikdörtgen formlu olup Trabzon Ortahisar Cami mihrabından esinlenilmiştir. Desenlerinden bazı kısımları buradaki aslına uygundur. Diğer motifler ise minberde kullanılan alçak kabartmalı rumiler, palmetler, bitkisel ve geometrik şekillerdir. Yine burada da sapelli ve dışbudak masif malzemesinden işlemler yapılmıştır. Mihrap ile minber arasında muazzam birliktelik söz konusudur. Sivri kemerli

mukarnas kavsarası ile ön plana çıkan mihrap bölümünün taç kısmı son derece mekanla uyumludur. Minber ve mihraba ön kesitten bakıldığında birbirini tamamlamaktadır.



Şekil 3.72. Ahşap mihrap.

Oyma, alçak kabartma tekniği, yüksek kabartma tekniği, yüksek teknoloji CNC işleme teknikleri, çakma tekniği, oluklu oyma tekniği kullanılmıştır. Geometrik çizimi yapılmış mihrap parçaları CNC ile ahşap malzemeye işlenmiştir. Autacad ve alphacam programları kullanılmıştır. Mihrap bölümünü oluşturan kısımlar; ahşap mihrap dış ana desenler, ahşap mihrap bordürleri, ahşap mihrap kemer, ahşap mihrap mukarnaslı kavsara, ahşap mihrap taç, ahşap mihrap iç zemin döşemedir.

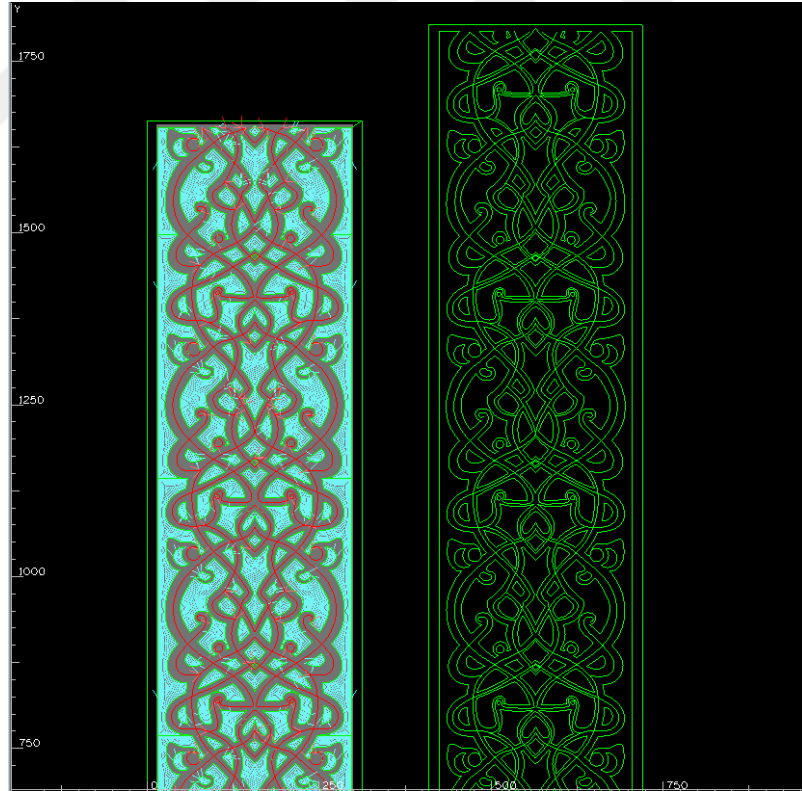
3.2.5.1. Ahşap Mihrap Dış Ana Desenler

Mihrapta kullanılan motifler mihrabın bütününe yayılarak oluşturulmuştur. Üç sıra dışbudak bordürlü kısım ve iki ana sapelliden oluşan bölümdür.



Şekil 3.73. Ahşap mihrap desenleri.

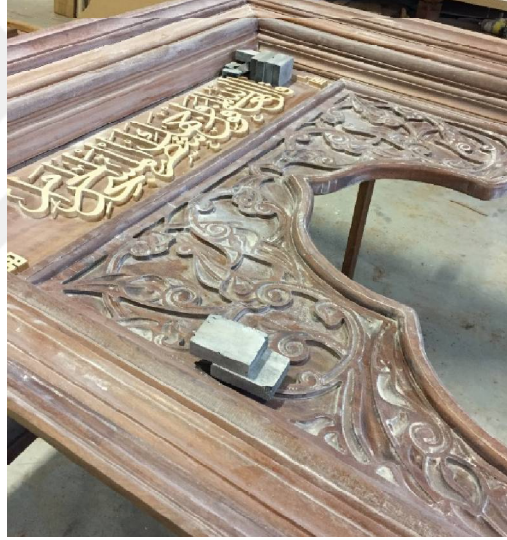
Dişbudak bordürlü ince hat ile sınırlar daha belirgin hale getirilmiştir. Bu kısım çeşitli yıldız ve çokgenlerden oluşan sonsuz geometrik çizgilerdir. Trabzon Ortahisar Cami mihrabından çizilen motif içten birinci sıradaki sapelli malzemedan oluşturulan kısımdır.



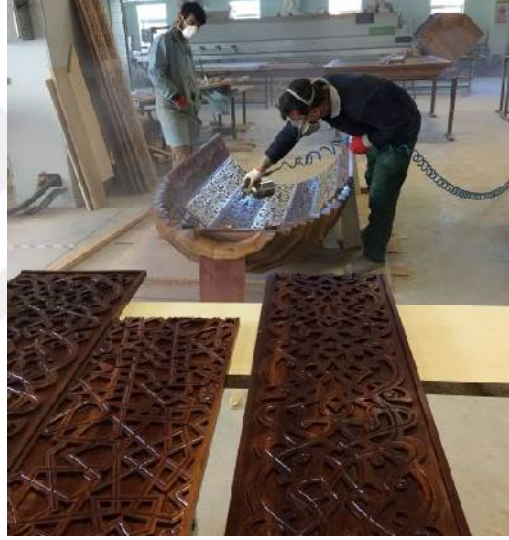
Şekil 3.74. Ahşap mihrap desenleri geometrik çizimi ve üretimi.

Minber kapısının yan alın kısmındaki geometrik desenlerle oluşturulan kompozisyon, mihrabın içten dışa doğru ikinci sapelli malzemeli olandır. Kavsara kısmındaki kemerin yan motifleri minber yan hoca girişi desenleri ile aynı teknik ve çizgilere sahiptir.

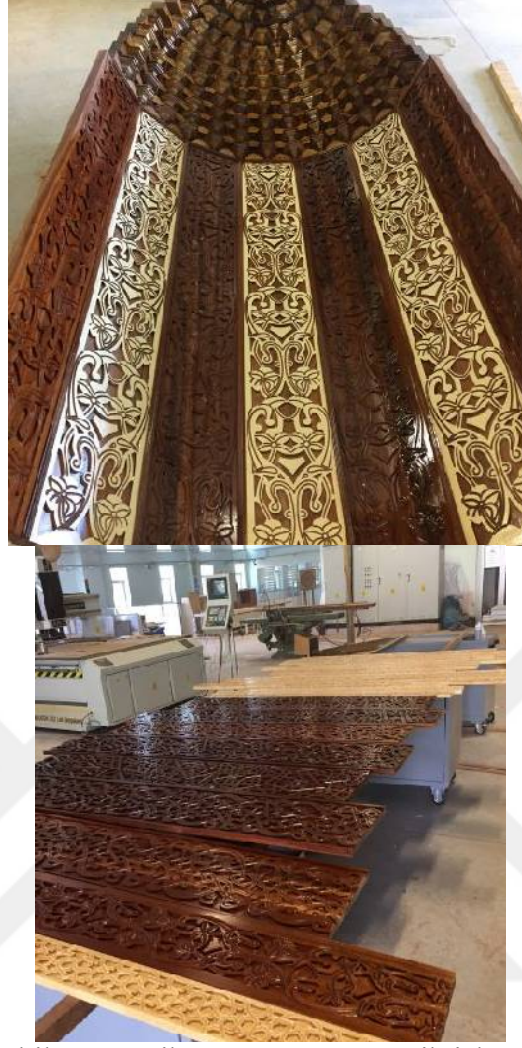
Kavsara bölümü mukarnaslı olup kenar konturları çerçeve ile dönülmüştür. Mukarnası tamamıyla elle yapılmış olup farklı bir kesim tekniğiyle oluşturulmuştur. Profil bıçağıyla kesilen parçalar yan yana birleştirilerek kademeli yoğunluk verilen biçimdedir. Burada kullanılan ağaç malzeme farklı bir görünüm elde etmek için irokodur. Yine taç kısmı sülüs hat ile yazılmıştır. Taç alt tarafını çevreleyen mukarnas, minber kapısının üstündeki ile aynı olacak şekilde uygulanmıştır. Kavsara içineki niş desenler geometrik ve bitkisel motiflidir. Sapeli ağacı ve üzerinde dışbudak kaplamalı görünümle uygulanmıştır. Mihrap içi alt zemin biraz yükseltili konstrüksiyonla oluşturulmuş olup üzerinde tamamen masif kaplamalar kullanılmıştır.



Şekil 3.75. Ahşap mihrap üst yüzey işlemi dolgu zımpara.



Şekil 3.76. Mihrap nişler ve kavsara üst yüzey işlemi dolgu zımpara ve vernik.



Şekil 3.77. Mihrap üst yüzey vernik işlemi.

3.2.6. Ahşap Vaiz Kürsüsü

Vaiz kürsüsü tamamı sapelli ağaç malzemedan yarım sekizgen formlu olarak tasarlanmıştır. Yine cami minber bordürleri burada da tüm kürsüyü çevreleyecek şekilde uygulanmıştır. Bu bölümde, minber ve mihraptan farklı olarak 3D kabartmalı oyma tekniği CNC de uygulanmaya çalışılmıştır. Vaiz kürsüsü panolarında inişli çıkışlı yaprak motifleri ve kıvrımlı dallar bulunmaktadır. Bordürler vaiz köşk kısmındada uygulanmış ve kanatlarda rumili süslemeler ile sürdürülmüştür. Sapelliden yapılmış küçük bir rahle köşk kısmına eklenmiş olup taç kısmı mihrap ve minber ile uyumludur. Yan kısmında sade bir merdiven ile tamamlanmıştır.



Şekil 3.78. Vaiz kürsüsü.

Vaiz kürsüsü ahşap sabit ahşap rahle ile ergonomisi düşünülerek uygulanmıştır. Hemen alt kısımda mukarnas ile çevrilmiştir.

3.2.7. Müezzin Mahfili

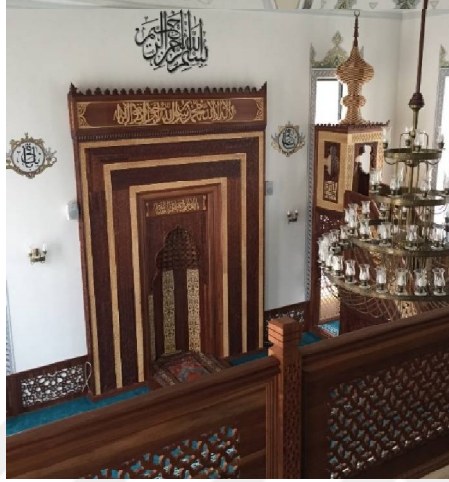
Müezzin mahfili cami iç mekandaki yaslanma yerlerindeki motifler ile aynı şekildedir. Sapelli ağaç malzemesiyle birlikte korkuluk biçiminde çevrelenmiştir.



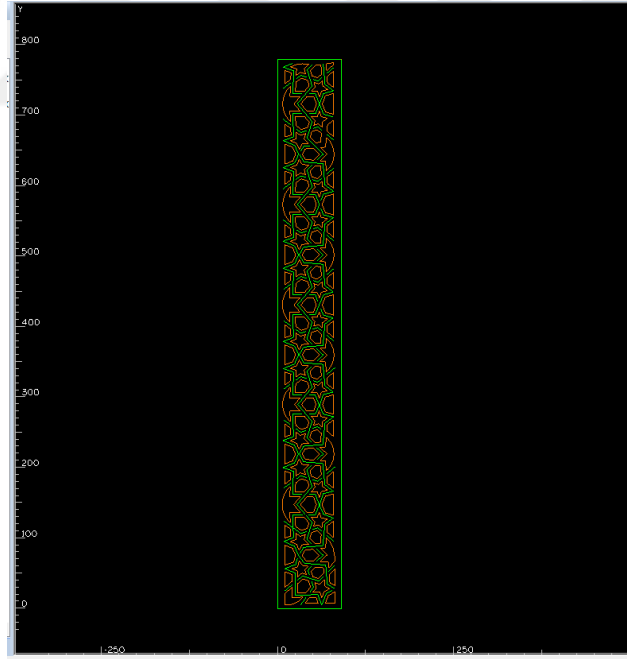
Şekil 3.79. Müezzin mahfili motifleri.

3.2.8. Kadınlar Mahfili

Kadınlar mahfilinin tüm korkulukları kafes oymaya göre düzenlemiş olup ana göbeklerde 18 mm masif sapelli panel kullanılmıştır. Direklerde aynı şekilde masif sapelli ağaç malzemeden şekillendirilmiştir. Direklerde yine minberde ki sonsuz yıldız motifleri her köşesine uygulanmıştır.



Şekil 3.80. Kadınlar mahfilinden mihraba bakış.



Şekil 3.81. Kadınlar mahfilindeki direk kenar motif.

3.2.9. Dış Ana Ahşap Kapı(Taç Kapı)

Taç kapı diye adlandırılan ana giriş kapısı çoğunluğu sapelli ağaç malzemenen oluşturulan kemerli formdadır. Sadece göbek çıtaları konturları belirgin olsun diye dışbudak ağaç malzemenen tasarlanmıştır. Üst kısımdaki ayet yazıları ve dış konturları da dışbudak ağaç malzemenen oluşturuldu.



Şekil 3.82. Dış ana ahşap kapı (taç kapı).

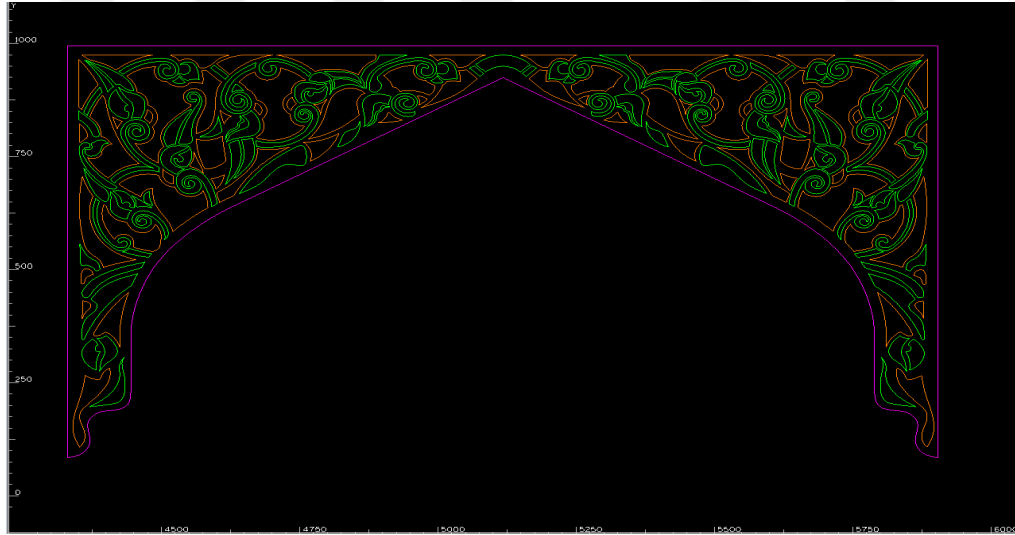
Cepheden bakışta minber kapısı ile benzerlik göstermektedir. Göbek işlemleri minber kapısı motifleridir. Bu bölümde de sivri kemerli geçiş bulunmaktadır. Bunların içleri kıvrımlı dallar, rumiler ve yapraklar ile süslenmiştir. Taç kapı kasası incelikle işlenmiş olup minber kapısı yan alınlık motifleri kullanıldı. Taç kapının kravatı da CNC ile işleme

yapılmıştır. Bununla birlikte taç kapının arka bölümünde ağaç malzemenin çalışmasını önlemek ve dekoratiflik katmak amacıyla işlenmiştir.

Taç kapının işlemleri için CNC de 90 derecelik V bıçak, 3 mm düz uçlu bıçak, 6 mm düz uçlu bıçak ve 10 mm lik düz bıçak kullanılmıştır.



Şekil 3.83. Dış ana ahşap kapı (taç kapı) alphacam çizimi.



Şekil 3.84. Dış ana ahşap kapı (taç kapı) sivri kemer alphacam çizimi.



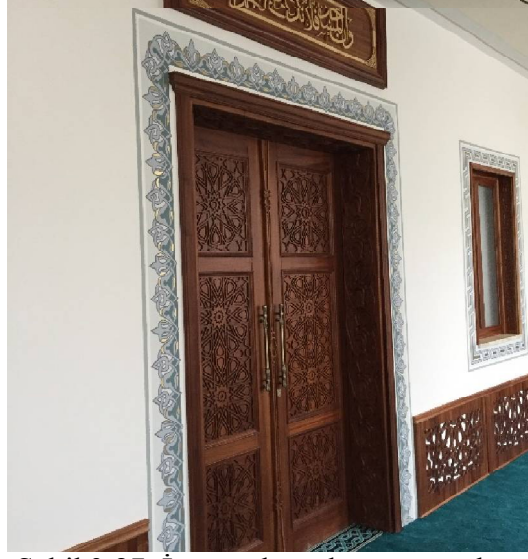
Şekil 3.85. Dış ana ahşap kapı (taç kapı) konstrüksiyon işlemi.



Şekil 3.86. Dış ana ahşap kapı (taç kapı) ön cephe.

3.2.10. İç Ana Ahşap Kapı

Taç ana kapının hemen arkasında ikinci bir ana kapı mevcuttur. Son cemaat yerinden caminin iç mekanına hemen sonra açılan kapıdır. Bu kapıda aynı taç kapı gibi işlemler ve süslemeler ile oluşturulmuştur. Üç göbekten meydana gelen kapı kanatlarının her iki yüzünde işlenmiştir. Sapelli ağaç malzemesi kullanılmıştır.

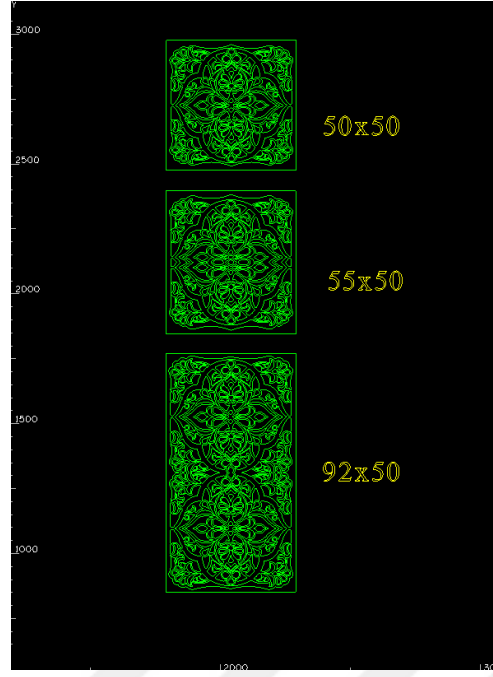


Şekil 3.87. İç ana ahşap kapı ön cephe.

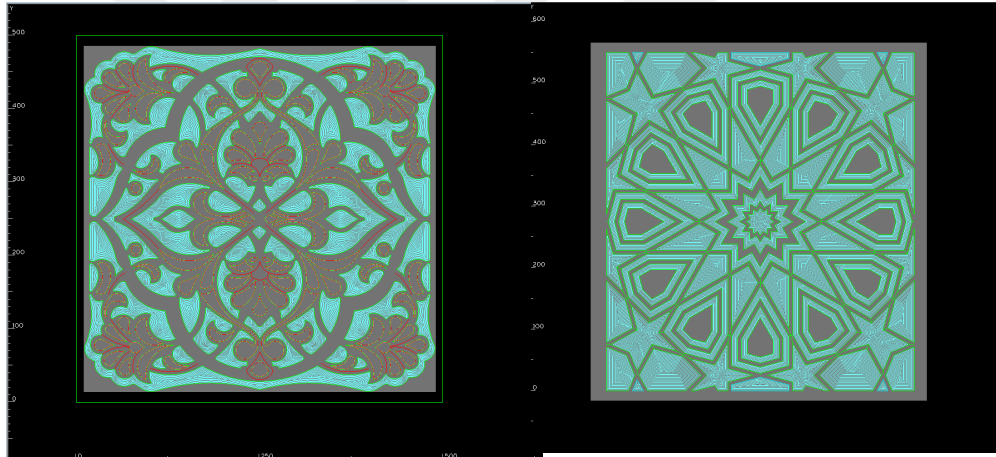


Şekil 3.88. İç ana ahşap kanatları.

Hemen üst kısmında çerçevesi ayet bulunmaktadır. Kapının arka yüzünde de işlemler bulunmaktadır.



Şekil 3.89. İç ana ahşap kapı arka desenleri çizimi.

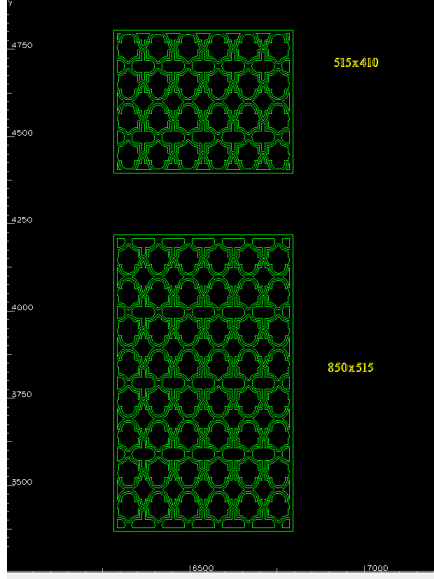


Şekil 3.90. İç ana ahşap kapı desenleri cnc takım yolları.

İç ana kapının ön cephesindeki desenler 12 kollu yıldız ve geometrik şekillerle oluşturulan kompozisyonudur. Kündekari tekniğine uygundur. Arka kısımda ise çiçek ve kıvrımlı dallardan oluşan göbekler vardır.

3.2.11. İç Mekan Kapıları

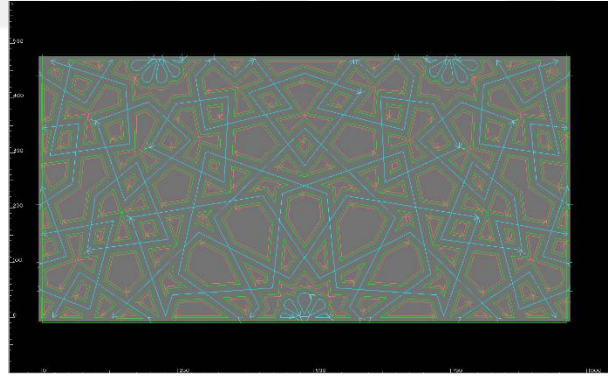
Bu kapılar cami iç mekanında bulunan tek kanatlı kapıları oluşturmaktadır. İki göbekten oluşan ve farklı derinlikler verilmiş içleri boşaltılmış motiflerden oluşmaktadır. Bakıldığında üç boyutlu bir süsleme gibi görülür.



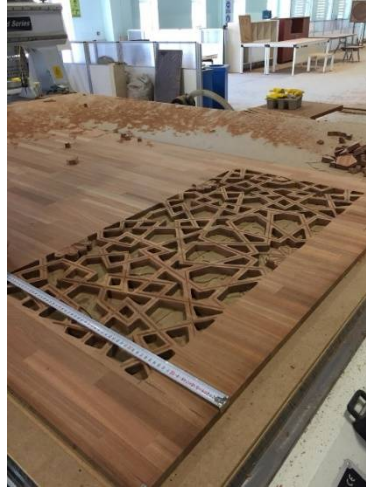
Şekil 3.91. Tek kanatlı iç ahşap kapı desenleri.

3.2.12. İç Mekan Kenar Süslemeleri

Cami iç mekanında duvar alt kısımlarının motifleri de yine tüm mekan ile uyumludur. Son cemaat yerinden cami iç mekanının tüm kısımlarına kadar çevrelenmiştir. 18 mm sapelli masif panel ile uygulama yapılmıştır. Çerçeve ile birlikte panolar oluşturulmuştur.



Şekil 3.92. İç mekan kenar süslemeleri cnc takım yolları.



Şekil 3.93. İç mekan kenar süslemeler.

3.2.13. İç ve Dış Mekanda Üst Yüzey İşlemleri

Üst yüzey işlemleri uygulaması yapılan bütün çalışmaların, emeklerin detaylarını ortaya çıkarır. Bunlar çalışmanın başlangıcından sonuna kadar olan; zımparalama, boyama, dolgu vernik, son kat vernik gibi işlemlerdir. Zımparalama işlemlerinde bant zımpara, tank zımpara, pinömatik ve titreşimli zımparalar, kağıt zımparalar, sünger zımparalar kullanılmıştır. Çeşitli kalın ve ince kumlu (60, 100 ve 120 numara) zımparalar kullanılmıştır. Boya olarak dış mekan koruyuculu boya kullanılmıştır. Rutubete, suya, güneş ışınlarına ve hava koşullarına uygun işlem yapılmıştır. Bu işlem taç kapının her bölgesinde sünger ile uygulanmıştır. Dolgu ve son kat verniği olarak nitro selüloz esaslı hava kurumalı dewilux vernik kullanıldı. Uygulamada selülozik tiner ile inceltirilip püskürtme tabancası ile ortalama 50 cm uzaklıktan işlem yapılmıştır.

3.3. CAMİ MİMARİSİNDEKİ GELENEKSEL VE MODERN YAKLAŞIM

Günümüzde ülkemizde tamamlanan ve halen devam eden birçok cami yapısı bulunmaktadır. Bu yapılar geleneksel ve modern yaklaşım adı altında uygulanmaya çalışılmaktadır. Bakıldığında Selçuklu dönemi, Beylikler dönemi ve Osmanlı dönemi (Erken-Klasik-Geç) camilerinin mimari yapıları, iç mekan formları, minber, mihrap, vaiz kürsüsü, mahfiller, kapılar gibi bölümleri geleneksel anlayışta kabul edilmektedir. Modern yaklaşımda ise İslami şartlara göre yeni tasarımlar yapılarak bunları uygulayan durumlar söz konusudur. Bununla birlikte bu iki yaklaşımın dışında, yozlaşmış, islami unsurlara uymayan, mekan- yapı ilişkisine sadık kalmayan, boyutları farklılık gösteren gibi mimari açıdan düzensiz yapılar da bulunmaktadır. Örneğin minareleri aşırı

büyükölükte veya çok ince direk gibi inşa edip (minarecik) sadece simgesel külahtan oluşan bir kısım şeklinde uygulamalar da vardır. [1]

Uygulanacak olan mimarının bulunduğu konuma göre yerleştirilmesi, görünüş vaziyeti, gerekliliği, geleneksel yaklaşımda düşünölüyor ise eski eserlerin boyutlarına sadık kalarak uygulanması düşünölmelidir. Modern yaklaşımda ise kullanılan malzemeden tutun farklı tasarımların düşünöldüğu görölür. Ancak bu yapılarda bizim kendi cami anlayışımızdan ayrılmamak gerekir. Boyutlar, minare şekilleri, mihrap, minber, kapılar önemli parçalardır. Modern mimari ve malzemeler kullanılarak önemli eserler çıkarılmaktadır. Hatta bunları geleneksel anlayışta parçalar ile desteklenir ise farklı örnekler çıkarılabilir.

Modern yaklaşım anlayışı ile tasarlanmış ve uygulanmış olan yapılarda genelde iç mekanda kullanılan motifler, süslemeler ve geometrik çizgiler de Osmanlı ve islami esintiler hakimdir. Buna en güzel örneklerden bir tanesi Marmara İlahiyat Cami'dir. Bu eser modern yaklaşımli Türk camilerinden olup geleneksel mimarının, motiflerin uygulandığı, konum itibari ile bulunduğu yere uygun inşası yapılan, Türk-islami tezyinatı korunarak ortaya çıkarılan bir camidir. [2] Bununla birlikte iç- mekan dekorasyonu yönünden çok farklı bir örnektir. Alt ve üst kat olmak üzere ibadet mekanı belirlenmiştir. Doğal aydınlatmadan yararlanıldığı gibi üst kattaki kubbe geometrik şekili cam ile kaplıdır. Kubbe kısmına doğru bakıldığında çarkıfelek şekli belirgindir. Şekil 3.94'te Marmara İlahiyat Cami gösterilmiştir.



Şekil 3.94. Marmara ilahiyat cami [121].

Şekil 3.95'te Marmara İlahiyat Cami iç mekan ve doğal aydınlatmalı kubbe gösterilmiştir.



Şekil 3.95. Marmara ilahiyat cami iç mekan ve doğal aydınlatmalı kubbe [121].

Marmara İlahiyat Cami mimarisi ile geleneksel motiflerin uygulanma açısından bir bütünlük içinde olduğu görülmektedir. Türk-islam çizgilerinin kullanıldığı modern anlayıştaki camidir.

Modern anlayışta ki camilere bir örnekte Trabzon’ da bulunan Hz. Ebubekir Cami’dir. Farklı çizgilere sahip bu caminin başka bir örneği yoktur.



Şekil 3.96. Hz. Ebubekir Cami.

Cami’de üç temel ayak bulunmaktadır. Bunlar dünya, ahiret ve ölüm. Son cemaat mahfili dünyayı simgelemektedir. Namaz yeri ise ahireti temsil eder. Bu iki yapıyı birleştiren

duvarsa ölümü ifade eder. Kubbede ise Allah'ın birliği vurgulanmaktadır. Camide rölyef ve kabartmalar, oymalar kullanılmamıştır. Mermer ağırlıklı malzeme kullanılmıştır. Eskişehir'den getirilen malzemelerin yanısıra Trabzon ve Gümüşhane taşı olmak doğal görünümleri bozmadan ustalıkla kullanılmıştır. [122]



Şekil 3.97. Hz. Ebubekir Cami minber ve mihrabı.

Günümüzde birçok camide gelenekselliği ön plana çıkarmak adına uygulanan teknikler aslının çizgilerine sadık kalınmadan yapılmaya çalışılmıştır. Bu anlayış o eserleri yaşatmaktan ziyade daha da belirsiz hale getirmektedir. Örneğin ahşap malzeme iç mekanın ayrılmaz bir parçasıdır. Döneminde kullanılan ağaç malzemeler seçildiğinde ve uygun teknikler uygulandığında aslına yakın eserler çıkarılmaktadır.

Modern dönemde yapılmaya çalışılan bazı camilerde, alan-arsa belirlenmesinde düzenli bir kriterin olduğu söylenemez. Bu alanlarda ön fiziksel araştırmaların gerektiği şekilde yapılmadığı, o bölgeye gerçekten cami yapısının zaruriyetinin sorgulanmadığı, çok farklı boyutlarda inşa edildiklerinden çevre ile uyumsuz bir şekilde oldukları görülür. Bununla birlikte Salimiye göre günümüz camilerini yozlaşmalarıyla büyük bir kısmının zemin kısımlarında bulunan ticari faaliyetler (market-dükkan vb.) görülmektedir. Bununda caminin genel mimarisine uymadığını ve caminin önüne geçtiğini belirtmiştir. Başka bir ifadeyle camilerde beklenen huşu havayı ve ruhani durumuna uymadığı görüşündedir. [123]

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Tüm konstrüksiyon ve üretim işlemleri Artvin Çoruh Üniversitesi Mobilya -Dekorasyon atölyesinde Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü katkılarıyla yapılmıştır. Ağaç türlerine göre deney örnekleri hazırlanmış ve CNC için uygun düzenek oluşturulmuştur. Alphacam programı ile birlikte çizimi yapılan örneklerin parametrelere göre her bir grup için ayrı ayrı kodlama oluşturulacak şekilde g kodları üretilmiştir. 5 ağaç türü, 3 bıçak cinsi, 3 farklı devir hızı ve 3 farklı kesme hızıyla birlikte 135 farklı örnek grubu oluşturulmuştur. Bu örneklerden de 5'er adet toplamda 675 adet örnek CNC de işlenmiştir. Harcanan elektrik enerjisi hesaplanması ve uygulanan süreler ayrı ayrı belirlenmiştir. Elektrik enerjisi hesaplanmasında CNC üzerinden geçen akıma ek bir sayaç (3 fazlı dört telli demantmetreli aktif elektronik elektrik sayacı) bağlanarak T1 başlangıç ve bitiş değerleri kaydedilmiştir. CNC bıçaklarıyla birlikte farklı devir ve kesme hızlarına göre her bir ağaç türünde işleme süreleri belirlenmiştir. Bu işlem CNC LNC monitördeki ana ekrandan kaydedilmektedir. Bununla birlikte yüzey pürüzlülüğü ölçümleri ve ıslanabilirlik için temas açısı ölçümleri yapılmıştır.

4.1. MATERYAL

4.1.1. Çalışmada Kullanılan Ağaç Türleri ve Özellikleri

Çalışmada mobilya sektöründe yaygın olarak kullanılan iroko (*Chlorophora excelsa*), sapelli (*Entandrophragma cylindricum Sprague*), dişbudak (*Fraxinus excelsior*), ceviz (*Juglans regia L.*) ve ladin (*Picea orientalis*) odunu kullanılmıştır.

Ahşap numuneler, CNC makinesi ile kesme işleminden önce rutubetsiz ortamda bekletilmişlerdir. Herbir ağaç türünün örnekleri rutubetleri aynı keresteden alınmaktadır. Kesim işlemleri için 9 kW iş mili gücünde ve maksimum 24000 iş mili hızında dört eksenli CNC freze tezgahı (Megatron 2128) kullanılmıştır. Takım yolu stratejisi dış hatlar üzerinden dıştan içe ofset olarak seçilmiş ve üç farklı çapta (3 mm, 6 mm ve 8 mm) kanallı düz uçlu frezeler tercih edilmiştir. Her bir ağaç türü için işlem yapılırken bıçakların körelebileceği düşünülerek yeni bıçaklar kullanılmıştır. İşleme sürekli olarak ahşap numunelerin teğet yönlerinde uygulanmıştır. Sonuç olarak, CNC işleme için üç iş mili hızı (12000 rpm, 15000 rpm ve 18000 rpm) ve ilerleme hızı (3000 mm/dk, 6000

mm/dk ve 9000 mm/dk) kullanılmıştır. Kesme derinliği 3 mm olarak belirlenmiştir. Tek kademede kesme işlemi yapılmıştır. Her numunenin enerji tüketimi bir wattmetre kullanılarak belirlendi. CNC makinesi ile işlendikten hemen sonra ve CNC ye entegre start-stoplu kronometre kullanılarak toplam işlem süreleri kaydedildi. Daha sonra numuneler 50 mm x 50 mm boyutlarında boyutlandırılmış olup yüzey pürüzlülüğü ve ıslanabilirlik ölçümleri için test numuneleri alınmıştır. Her grubu temsil edecek şekilde beş adet test numunesi hazırlanmış ve test aşamasına geçilmiştir.

4.1.1.1. İroko (*Chlorophora excelsa*)

Milicia excelsa (Welw.) CC Berg (Moraceae), eski adı **Chlorophora excelsa** ve ticari olarak iroko olarak bilinir, Benin'de kerestesi çok değerli bir ağaç türüdür. Dağılım alanı Afrika'da; Gambiya'dan Senegal, Benin, Orta ve Doğu Afrika'dan Mozambik'e kadar olan bölgelerde değişmektedir [112]. İroko; marangozluk ve doğramacılıkta masa, sandalye, kapı ve pencere yapımında kullanılan yüksek kaliteli ahşaba sahiptir. Ağaç ayrıca Zagnanado, Cove ve Gbannanme bölgelerinde oymacılık için heykelticilikte kullanılan çok iyi bir ağaçtır. İroko, bazı göl kıyısındaki köylerde kano yapmak için kullanılır. Ahşabı, dayanıklıdır ve ağırdır [113].

Dağınık traheli bir yapıya sahip olan İroko ahşap malzemesi; çeşitli mobilya üretiminde, parke endüstrisinde, iç ve dış mekan donatılarında, masif kapılar ve kapı kasalarında, ahşap pencere yapımında, gemi yapımında, tren vagonlarında, köprü, demir yolu traverslerinde, kimyasal içerikli maddelerin muhafaza kaplarında, dış mekan bahçe mobilyaları konstrüksiyonunda, torna ve oymalı işlerde çoğunlukla kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin yapıştırılmasında birtakım zorluklar meydana gelebilir. İç yapısında tül oluşumu ve kalsiyum karbonat yığılması olduğundan bu gibi problemler ile karşılaşmaktadır. Kurutulmasında herhangi bir sorun ile karşılaşmaz, sentetik tutkallar ile uygulama yapılırsa daha ise daha kaliteli yapışma sağlanacaktır [114].

İroko (Kambala); Moraceae familyasından *Chlorophora excelsa* Benth.&Hook f. *Chlorophora regia* A. Chev. bilimsel adıdır. Menşei Batı-Orta-Doğu Afrika'dır. Diri odunu sarımsı beyazdır. Odunun rengi sarımsı kahverengi ile koyu kahverengidir. Bazı teknolojik özellikleri şunlardır; [115].

- Yaş haldeki özgül ağırlık: 1000-1100 kg/m³
- Hava kurusu özgül ağırlık (%12): 650 kg/m³
- %1 nem için hacimsel daralma (%): 0,44

- Teğet yönde daralma (%): 5,5
- Radyal yönde daralma (%): 3,5
- Yapışma direnci: 57 N/mm²
- Eğilme direnci: 118 N/mm²
- Eğilmede elastikiyet modülü: 9900 N/mm²

Testere işleme özellikleri kolaydır ve kesicileri köreltme durumu orta seviyededir. Kurutma koşulları orta düzeydedir. Deformasyon ve ayrılma riski minimumdur. Bükülme özellikleri orta seviyede bir oduna sahiptir. Çivi tutma özellikleri iyidir. Doğal dayanıklılığı çok iyidir. Bununla birlikte diri odun kısmı böcek saldırılarına karşı çok hassastır. Emprenye edilebilirlik özellikleri çok iyi değildir. Ahşabın rengi değişkendir. Iroko parke üretimi için çok talep edilen bir türdür. Ayrıca iç ve dış mekan mobilyalarında kullanılmaktadır. Gemi döşemelerinde, askeri araçlarda dahi kullanılmaktadır. Şekil 4.1’de iroko kaplama görünümü ve enine kesit (x14) foto CTFT gösterilmiştir.



Şekil 4.1. İroko kaplama görünümü ve enine kesit (x14) foto CTFT.[115]

4.1.1.2. Sapelli (*Entandrophragma cylindricum* Sprague)

Egzotik ağaç türlerinden olan sapelli ülkemizde de sıklıkla kullanılan bir ağaç türüdür. Afrika kökenli bu ağaç türü gemi taşımacılığının artışıyla uzun mesafeli bölgelere de getirilmektedir. İşlenmesi çok kolay olan sapelli kurutma esnasında bazı sorunlar oluşturabilir. Bükülme özellikleri çok iyi olmamakla birlikte yapıştırılması ve birleştirme elamanları ile (çivi, vida vb.) uyumu iyidir [116], [117]. Ticari olarak çok önemli yeri olan sapelli ağacı endüstride dekoratif işlerde aranan bir türdür.

Sapelli; Meliaceae familyasından *Entandrophragma cylindricum Sprague* bilimsel adıdır. Menşei Batı-Orta-Doğu Afrika'dır. Diri odunu pembemsi gri ile beyazımsıdır. Odunun rengi kırmızımsı kahverengidir. Bazı teknolojik özellikleri şunlardır; [118].

- Yaş haldeki özgül ağırlık: $850-950 \text{ kg/m}^3$
- Hava kurusu özgül ağırlık (%12): 680 kg/m^3
- %1 nem için hacimsel daralma (%): 0,47
- Teğet yönde daralma (%): 7,7
- Radyal yönde daralma (%): 5,3
- Yapışma direnci: 62 N/mm^2
- Eğilme direnci: 142 N/mm^2
- Eğilmede elastikiyet modülü: 11200 N/mm^2

Testere işleme özellikleri kolaydır ve kesicileri köreltme durumu minimum seviyededir. Kurutma koşulları orta düzeydedir. Deformasyon riski yüksek ve ayrılma riski minimumdur. Bükülme özellikleri zor seviyede bir oduna sahiptir. Çivi tutma özellikleri çok iyidir. Yapışma özellikleri son derece iyidir. Orta seviyede dayanıklılığı vardır. Emprenye edilme özellikleri zayıftır. Mantarların etkisi altında kalabilir. Sediri anımsatan doğal bir kokusu vardır. Kontrplak, kaplama, iç ve dış mekan dekorasyonda, gemi yapımı ve teknelerde, parke döşemelerinde kullanılmaktadır. Şekil 4.2'de sapelli kaplama görünümü ve enine kesit (x14) foto CTFT gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Sapelli kaplama görünümü ve enine kesit (x14) foto CTFT. [118].

4.1.1.3. Dişbudak (*Fraxinus excelsior*)

Dişbudak, Oleaceae familyasına aittir. Atlantik'ten Avrupa'ya yayılmış batı kıyılarından doğuda Rusya'ya kuzeyde Norveç, İspanya, İtalya, Yunanistan ve güneyde İran'a kadar yetişme ortamına sahiptir [119]. Dişbudak nemli topraklarda daha fazla büyüme gösterse de kurak yerlerde de dirençlidir.

Ülkemizde doğal yayılış alanlarını Karadeniz Bölgesinde göstermekle birlikte özellikle Batı Karadeniz Bölgesi'nde oluşturmaktadır [120].

Geniş bir diri oduna sahip olup, beyaz ve sarıya dönük bir renktedir. Genellikle diri oduna yakın renkte öz odununa sahiptir. Farklı ağaçlarında bu öz odun biraz daha koyu renkli olabilmektedir. Öz odun ile diri odun arasındaki çizgi daima belirgin olmayabilir. Buna rağmen yıllık halkalarının sınır çizgileri gayet belirgindir. Halkalı trahelidir. Açık renkli özışınları görülebilir. İlkbahar ve yaz odunu trahe yerleri görülebilir.

1 ve 4 sıralı şekilde radyal kesitte nokta çizgiler halinde görülmektedirler. Yaz odununda ise küçük trahelilerdir. Buna rağmen etrafını sarmış paransim hücreleri ile daha da belirginleşirler. Radyal kesitte öz ışınları bulunmakta ve dardır. Beyazımsı, dekoratifliği yüksek, sert ve ağır bir malzemesi vardır [114], [121], [122].

Dişbudak odununun bazı teknolojik özellikleri şunlardır; [123].

- Tam kuru yoğunluk değeri: 0,65 gr/cm³
- Hava kurusu yoğunluk değeri: 0,69 gr/cm³
- %1 nem için hacimsel daralma (%): 13,2
- Teğet yönde daralma (%): 8
- Radyal yönde daralma (%): 5
- Yapışma direnci: 165 N/mm²
- Eğilme direnci: 120 N/mm²
- Eğilmede elastikiyet modülü: 13400 N/mm²
- Basınç direnci: 52 N/mm²

Dişbudak ahşap malzemesi masif olarak mobilya üretiminde, spor salonlarında, parkelerde, yat ve tekne döşemelerinde, kaplama üretiminde kullanılabilir. Isıl işlem ile muamele edilerek zaten dayanıklılığı ve direnç özellikleri yüksek olan bu

malzeme dış makanda ve diğer alanlarda da değerlendirilir. Beyaz olarak bilinen bu malzeme ısı işlem ile çok koyulaşmaktadır [124]. Dışbudak ağaç malzemesi vernik ile muamele edildiğinde beyazımsı rengi sarımsı bir renk almaktadır.

4.1.1.4. Ceviz (*Juglans regia* L.)

Ceviz 25-30 m'ye kadar boy, 2.5 m'ye kadar göğüs çapı yapar. Dalları kalın ve tepesi genişcedir [120].

Işığı sever, kütük kısmından sürgün verir, ağır bir oduna sahip olan anayurdu Asya olan bir türdür. İlk yıllarında büyümesi yavaş sonraları ise büyüme hızlı bir şekilde oluşmaktadır [125].

İran, Kafkasya ve Anadolu'da görülmektedir. Ülkemizin tümünde yayılış gösterebilmektedir. Doğu Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde dağınık haldedirler. Sarımsı renkli, koyu-kırmızımsı kahverengi öz oduna sahip olup, diri odun grimsi beyaz renklidir. Diri odun kaba tekstürlüdür. Yarı halkalı traheli ağaç türlerindendir. Homojen öz ışınlarına sahiptir [126]. Homojen ve kaliteli yüzeyler oluşturarak vernik işlemleri için çok iyidir [127]. Ani kurutmaya maruz bırakılmamalı dolayısıyla çeşitli çatlaklar ile karşılaşılabilir [128]. Masif mobilya üretiminde ve kaplama sanayinde değerli malzemesi olan ceviz; her türlü dekoratif süslemelerde, parke endüstrisinde, marketri çalışmalarda, oymalı ve tornalı işlerde, müzik enstrümanı yapımında kullanılmaktadır [114]. Ceviz odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki gibidir [114].

Tam kuru yoğunluk: 0,64 g/cm³

Hava kurusu yoğunluk: 0,68 g/cm³

Hacim Ağırlık Değeri: 900-1000 kg/m³

Daralma Radyal yönde: %5,4 Teğet yönde: %7,5 Hacimsel yönde: %13,4

Basınç direnci: 71 N/mm²

Eğilme direnci: 144 N/mm²

Elastiklik Modülü: 12500 N/mm²

Çekme (Liflere paralel): 100 N/mm²

Makaslama: 7,0 N/mm²

Şok direnci: 0,95 kN/cm

Yarılma: 0,6-0,9 N/mm²

Sertlik Liflere paralel: 70 N/mm² Liflere dik: 52 N/mm² dir.

4.1.1.5. Ladin (*Picea orientalis* L.)

Diri ve öz odunu arasında renk farkı yoktur. Sarımsı beyaz rengine olgun odun özellikleri gösteren ladin ağacının halka sınırı belirgindir. İlkbahar-yaz odunu 4,3 mm. Öz ışınları tek sıralı, heterojendir. Öz ışınları boyuna reçine kanallarını çevreleyen şekilde çok incedir ve gözle görülmez. Yumuşak ağaçtır ve epitel hücreleri kalın çeperlidir. Orta ağırlıktadır. Doğu ladini odununun bazı teknolojik özellikleri aşağıdaki gibidir [123].

Tam kuru yoğunluk: 0,401 g/cm³

Hava kurusu yoğunluk: 0,425 g/cm³

Hacim Ağırlık Değeri: 0,358 g/cm³

Daralma Radyal yönde: %3,4 Teğet yönde: %6,16 Hacimsel yönde: %10,22

Basınç direnci: 28,2 N/mm²

Eğilme direnci: 51,96 N/mm²

Elastiklik Modülü: 10528 N/mm²

Çekme (Liflere paralel): 53,5 N/mm²

Makaslama: 6 N/mm²

Şok direnci: 0.95 kN/cm

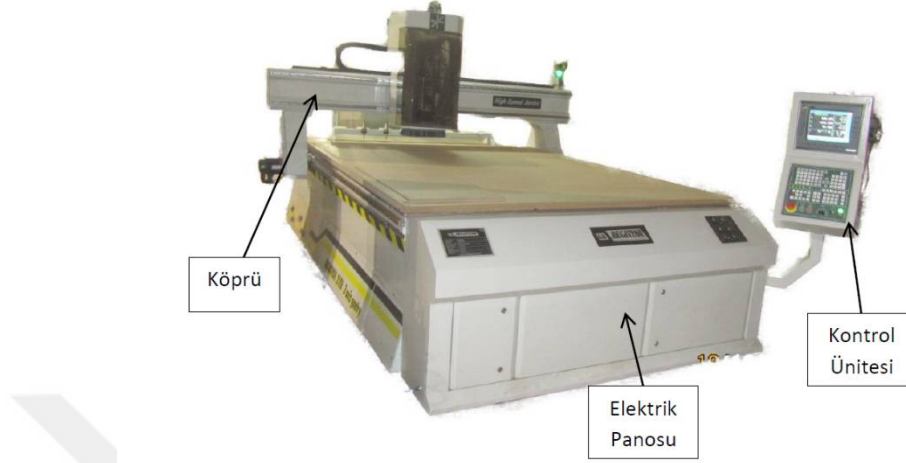
Yarılma (radyal-teğet): 0,39-0,461 N/mm²

Sertlik Liflere paralel: 13,7 N/mm² Liflere dik: 15,8 N/mm² dir.

İşlenebilme özellikleri iyi olan ladin malzemenin dayanıklılığı düşüktür. Bununla birlikte kolay kurutulma özelliğine sahip olup emprenye edilmesi güçtür. Ladin ağacından direk, travers, kibrit, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya, doğrama, kurşun kalem, lif ve yonga levha, selüloz ve kağıt, müzik aletleri, reçine üretimi, ağaç kabuğu elde edilmektedir [129].

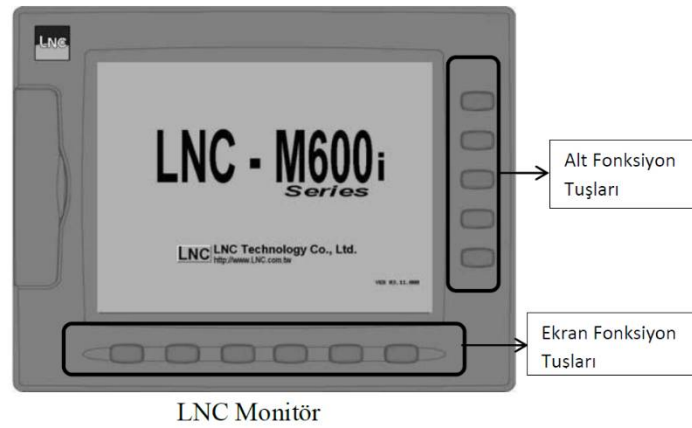
4.1.2. CNC Makinası ve Özellikleri

GM-Megatron'a genel olarak bakıldığında mekanik aksam, kontrol ünitesi, elektrik panosu ve vakum motoru olarak kısımlara ayrılmaktadır.

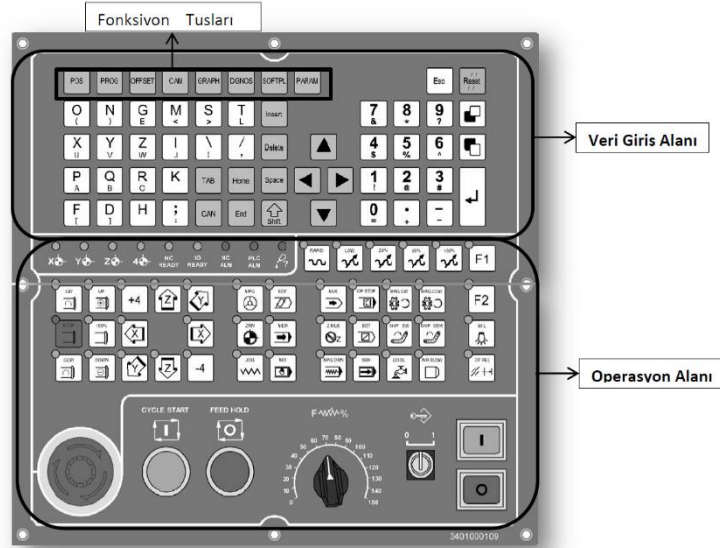


Şekil 4.3. CNC megatron.

Makinenin mekanik aksamını gövde ve köprü oluşturmaktadır. Gövdenin üzerinde metal vakum tablası, kenarlarında Y ve U eksenlerinin hareket ettiği kramayer dişli ve raylar bulunur. Ayrıca tezgâh üzerinde, işlenecek parçanın işleme tablası üzerinde sıfırlamasının yapılması için dayama piston ve çubuğu mevcuttur. Köprü ise eksen hareketlerini sağlayan motorları ve kramayer dişlileri üzerinde barındıran hareketli kısımdır. Makinede kullanılan kontrol ünitesi LNC-M600i'dir. Kontrol ünitesi her türlü makine kontrolünün sağlandığı ve ilgili programların çalıştırıldığı ana merkezdir. Kontrol ünitesi LCD ekran, tuş takımı ve el çarkından oluşmaktadır.



Şekil 4.4. CNC LNC monitör.



Şekil 4.5. CNC LNC tuş takımı.

Megatron 2128 4 eksen cnc işleme tezgahı teknik özellikleri şunlardır.

Makine gövdesi ST37 Platina ve profilden imal edilmiş olup maksimum yüklerde mukavemet analizleri yapılmıştır. Gövde birleştirmelerinden sonra elektromanyetik gerilim giderme yöntemiyle normalizasyon yapılmıştır. Makinenin hareketli aksamı (Köprü ve yan plakalar) özel alaşımlı alüminyum dökümden imal edilmiştir. Hareketli aksamın döküm olması sebebiyle makine daha dinamik ve titreşimsiz çalışmaktadır, bu da yüzey kalitesini arttırmaktadır. Ayrıca alüminyumun hafif olması sebebi ile makinenin yüksek hızlarda hatasız çalışmasını sağlamaktadır. Lineer sistemde Japon THK marka ray ve arabalar bulunmaktadır.

Makinede helis kramiyer ve pinyon dişli sistemi kullanılmıştır. Bu dişli sistemi indüksiyonla sertleştirilmiş ve taşlanmıştır. Helis kramiyerin boşluksuz yapısı ve sertleştirilmesi makinenin uzun yıllar aynı hassasiyetle çalışmasını sağlamaktadır. Tüm eksenlerde helis dişli paslanmaz servo redüktörler vardır. Tüm eksenlerde servo motorlar (Y eksen çift motor Gantry) İtalyan HSD marka 9 kw (12 HP), 24.000 rpm, seramik rulmanlı, otomatik takım değiştirmeli spindle motor (iş motoru) işlem görmektedir. İtalyan HSD marka C eksen ünitesi, HSD marka aggregate, DVP marka 305 m³/h vakum motoru bulunmaktadır. Kullanılan metal vakum tabla 8 odalı olup her biri ayrı ayrı otomatik valflerle kumanda edilmiştir.

Makinede standart 8 li takım değiştirme magazini vardır. LNC marka cnc kontrol ünitesi kullanılmıştır. Ünite 4 eksen interpolasyon desteğiyle profesyonel çözümler sunmaktadır. Ayrıca üniteye entegre 4 eksen el çarkı ile ister manuel kontrol isterse operatör

kontrolünde yapabilmektedir. Makinede otomatik yağlama sistemi kullanılmıştır. Otomatik yağlama sistemi dozaj ayarlı olup makinenin 12 noktasını aynı anda ve eşit miktarda gres yağıyla yağlamaktadır.

Net çalışma alanı 2100 X 2800 X 250 mm dir. Hızlı iş bağlamaya yardımcı olacak koordinatlama sistemi vardır. Makinenin ortalama ağırlığı 5.000 kg' dır [170].

4.1.3. Alphacam Programı ve Analizi

Alphacam bilgisayar destekli üretim kapsamında tasarım ve üretimin yapıldığı gelişmiş bir yazılımdır. Bu programda çizimin yanı sıra üretim yapılabilmesi için g kodları oluşturulmaktadır. Tasarım, çizim, modelleme, 3D model oluşturma, kesici takımların ayarlanması, simülasyon gibi işlemler oluşturulmaktadır. Bununla birlikte Aspire eklentisi ile yine programdaki 2 boyutlu çizimler modellenmektedir. 3D stl uzantılı katı cisimler elde edilir. İstenilen boyutlarda modellemeler yapılmaktadır.

Alphacamde 2 boyutlu çizimler diğer CAD ve CAM programları anlayışı ile yapılır. Bazı farklılıklar göstermesine rağmen, hatasız ve düzgün bir biçimde 2 boyutlu çizimler yapılabilir.

Alphacam, 2 eksen den 5 eksen programlamaya kadar frezeleme için öncü bir CAM yazılımıdır. Tüm Alphacam modülleri, yüzey oluşturma seçenekleriyle birlikte çizgi, yay, daire, dikdörtgen, çokgen, elips, eğri çizgi ve çoklu çizgi gibi geometri oluşturma komutlarını içeren tek bir temel kullanılarak oluşturulmuştur. Bununla birlikte diğer özellikler arasında uç, orta, merkez, kesişme, teğet, çeyrek ve otomatik gibi kendinden yakalama işlemler bulunur. DXF, DWG, IGES ve çeşitli katı model formatları için içe aktarma seçenekleri bulunmakla birlikte diğer CAD sistemleriyle de uyumluluk gösterir. Ayrıca geri alma, yineleme, taşıma, kopyalama, döndürme, aynalama, ölçekleme, kırma, kırpma, patlatma, birleştirme, genişletme, yuvarlatma, pah kırma ve ofset gibi çeşitli geometri düzenleme işlevleri vardır. Tüm modüller, takım yönü, otomatik giriş ve çıkış, köşe kesme seçenekleri (düz, yuvarlanma veya döngü), gibi önemli işleme parametrelerinin çoğunu kontrol eden kullanıcı tanımlı takımlara sahiptir. Rotary menü ile komutlara kolay erişim sağlanılmakta, daha hızlı ve verimli işlemler gerçekleştirilmektedir.

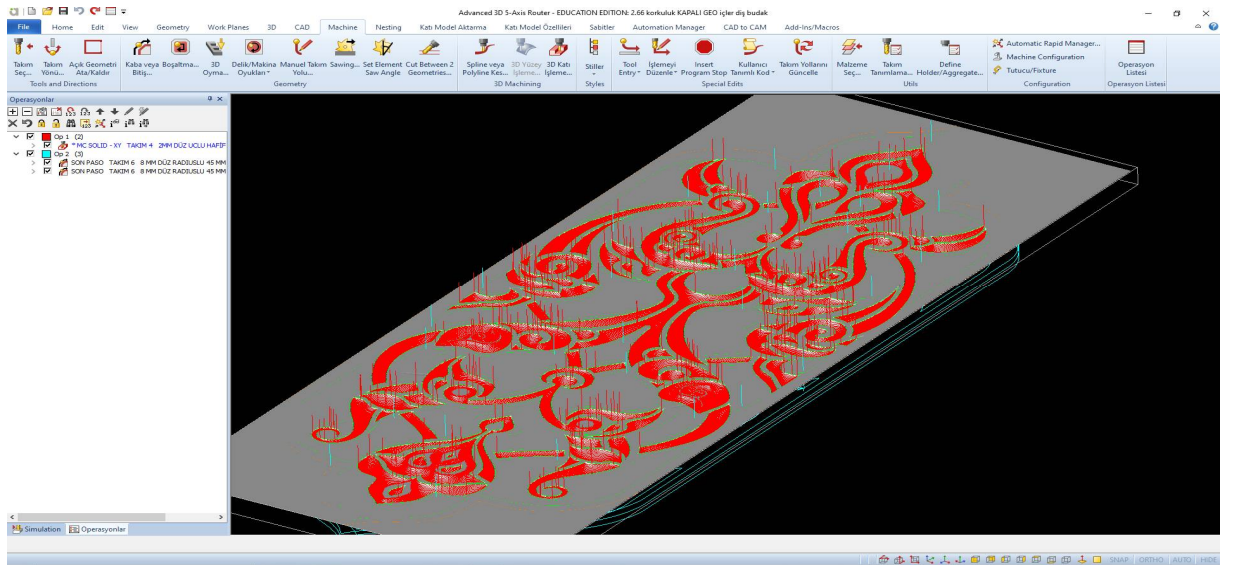
Ahşap ve metal işleme endüstrisinde kullanım kolaylığı ile tanınan Alphacam, karmaşık parçaları sınırlandırabilir, derinlik verebilir, kazıyabilir ve delgi işlemleri yapabilmektedir. Çoklu derinlikte kesme, sınırsız sayıda ada ile cep oluşturabilir.

Karmaşık 3D yüzeyler, STL ve katı modeller için kaba işleme ve ince talaş işleme stratejileri ile üç boyutlu işlemler pürüzsüz biçimde yapmaktadır. Ayrıca alphacam, son işleme yeteneği ile herhangi bir işleme merkezi için NC kodu üretebilir.

Çok eksenli işleme yeteneği ile 4 ve 5 Eksen için tasarlanmış işleme merkezleri için çalışma düzeneği bulunmaktadır. Alphacam içindeki gelişmiş katı simülasyon, takım yolunun takım tezgahına ulaşmadan önce doğrulanabilmektedir. Simülasyona göre herhangi bir hata olup olmadığı gözlemlenir. Dolayısıyla hemen zaman kaybetmeden değişiklikler ve düzeltmeler oluşturulur. .

3D frezeleme ile; yüzeylerin, STL modellerinin ve diğer CAD modellerinin çoklu 3 boyutlu kaba ve ince işleme stratejileri bulunmaktadır. Bu stratejiler herhangi bir çalışma düzlemine uygulanabilir. Alphacam'ın Ultimate modülü, yüzeylerin ve 3D trim eğrilerinin 4 ve 5 eksenli eş zamanlı işlenmesi yeteneğine sahiptir. Bunların dışında ayrıca gravür tekniği bulunmaktadır. 3D gravürü kullanılarak resimler ve metinler kolayca oluşturulabilir ve işlenebilir. Bu komut, geometrileri bir form aracıyla şekillendirir ve keskin bir köşeyle karşılaşıldığında, genellikle kabartma olarak adlandırılan keskin bir köşe oluşturmaktadır.

Üreticilerin giderek artan küresel rekabetle karşı karşıya kalmasıyla birlikte, optimum üretim çıktısını sağlamak için maksimum makine verimliliğini korumak gerekliliği üzerinde çalışan bu program CNC makineleriniz arasında post işlemcilerin kullanımı yoluyla optimize edilmiş bir bağlantıya sahiptir [171].



Şekil 4.6. Alphacam programı.

Alphacam programında çizilen ve modellenen projeler belirli bir kodlama diliyle yüksek teknolojili CNC makinalarını aktarılmaktadır. Bunlar “g kodları” ile gerçekleşmektedir. Bu kodlarını CNC makinasına ulaşması ve bilgisayardan kontrolünün sağlanması için ara bir program kullanılmaktadır. Bu program “ReCON-Maintenance” adlı bir program olup koordinasyon buradan oluşmaktadır.

ReCON-Maintenance [-10.10.14.6]

Connect Machine Send Message Disconnect About Exit

Connect Alarm Warning

Work Position PLC Alarm Parameter User Parameter User Parameter2 Hardware Machine NC files Upgrade Option

Main Part: SLKANAT.ANC Mode: MEM
Now Part: SLKANAT.ANC Static: CSTART
Block No: N700 F: 9000.0000
Lines No: 34768 S: 18000

Feed Rate: 615.2340 mm/min Rate: 20 % S2: 0
S1 Speed: 12000 RPM Rate: 100 % S3: 0
S2 Speed: 0 RPM Rate: 100 % T: 5
S3 Speed: 0 RPM Rate: 100 % M: 5

Cut time: 3:50:23 Count: 0
Run time: 16:14 MAX Count: 0
Spindle T: 0 Prepare T: 0

G Code Group
G1 G17 G90 G23 G94 G21 G40 G49 G80
G98 G50 G67 G97 G54 G64 G69 G15

Local Var

No	Value
01	VACANT
02	VACANT
03	VACANT
04	VACANT
05	VACANT
06	VACANT
07	VACANT
08	VACANT
09	VACANT
10	VACANT
11	VACANT
12	VACANT
13	VACANT
14	VACANT
15	VACANT
16	VACANT
17	VACANT
18	VACANT

Global Var

No	Value
001	0.0000
002	90.0000
003	0.0000
004	5.0000
005	0.0000
006	0.0000
007	0.0000
008	0.0000
009	-85.3440
010	1864.1840
011	3020.0270
012	-30.0000
013	-50.0000
014	-100.0000
015	0.0000
016	0.0000
017	0.0000
018	0.0000

Şekil 4.7. Recon programı.

ReCON-Maintenance [-10.10.14.6]

Connect Machine Send Message Disconnect About Exit

Connect Alarm Warning

Work Position PLC Alarm Parameter User Parameter User Parameter2 Hardware Machine NC files Upgrade Option

Position

ABSOLUTE	RELATIVE	MACHINE	DIST TO GO
X -272.9370	X -272.9370	X 676.5780	X 0.0000
Y 1225.7990	Y 1225.7990	Y 1375.9080	Y 1.7510
Z -6.0000	Z -6.0000	Z -135.9250	Z 0.0000
C 0.0000	C 0.0000	C 0.0000	C 0.0000
A 0.0000	A 0.0000	A 0.0000	A 0.0000
B 0.0000	B 0.0000	B 0.0000	B 0.0000

HANDLE

X 0.0000
Y 0.0000
Z 0.0000
C 0.0000
A 0.0000
B 0.0000

Offset

Offset name	Go to
0	G54
X 0.0000	-3.8510
Y 0.0000	2.8800
Z 0.0000	-85.3440
C 0.0000	0.0000
A 0.0000	0.0000
B 0.0000	0.0000

Tools

No	Radius	XLength	YLength	ZLength	CLength	ALength	BLength
01	0	0	0	-73.914	0	0	0
02	0	0	0	-87.108	0	0	0
03	0	0	0	-58.688	0	0	0
04	0	0	0	-85.317	0	0	0
05	0	0	0	-85.344	0	0	0
06	0	0	0	-70.004	0	0	0
07	0	0	0	-79.139	0	0	0
08	0	0	0	0	0	0	0
09	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0

TDC

No	Value	Time
01	0	0
02	0	0
03	0	0
04	0	0
05	0	0
06	0	0
07	0	0
08	0	0
09	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0	0
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
21	0	0

Şekil 4.8. Recon programı ve pozisyon düzenlemeleri.

4.1.4. Kullanılan Kesici Takımları ve Özellikleri

CNC makinasında; ahşap işlemlerde çeşitli kesiciler kullanılmaktadır. Ebatlama, kesme, gravür, 3D engraving, profil, frezeleme, delgi, kanal açma gibi işlemler için farklı çaplarda ve uzunluklarda bıçaklar vardır. Çalışmada 3 farklı kesici kullanılmıştır. Elmas uclu freze bıçakları 3mm, 6mm ve 8 mm çaplarındadır. CNC makinasında bu bıçaklara uygun pensler kullanılarak kesme işlemleri yapılmıştır.



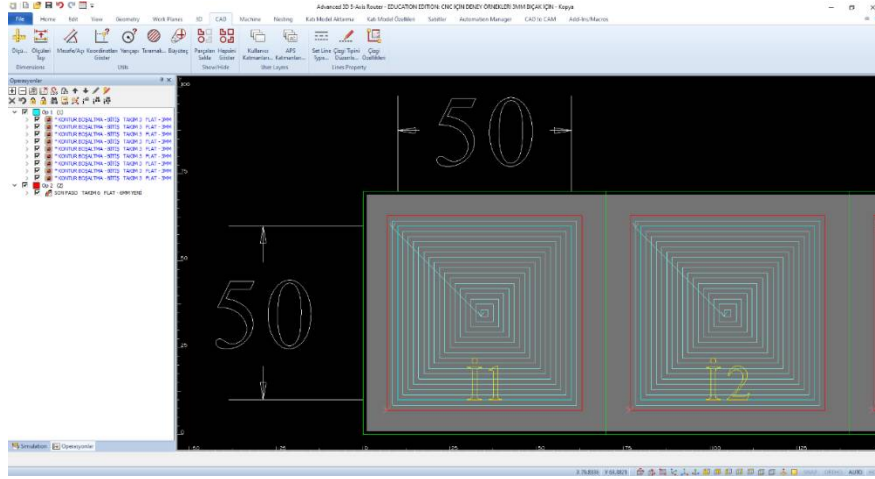
Şekil 4.9. Kesici takımları ve cnc işlemesi.

Çizelge 4.1. Kullanılan kesici takımları ve özellikleri.

Kesme Çapı	Kesme derinlik	Bıçak Boyu	Bıçak Dip Çapı	Bıçak Türü
3 mm	12 mm	60 mm	12 mm	Netmak Elmas uclu freze bıçak
6mm	20 mm	72 mm	12 mm	Netmak Elmas uclu freze bıçak
8mm	25 mm	78 mm	14 mm	Netmak Elmas uclu freze bıçak

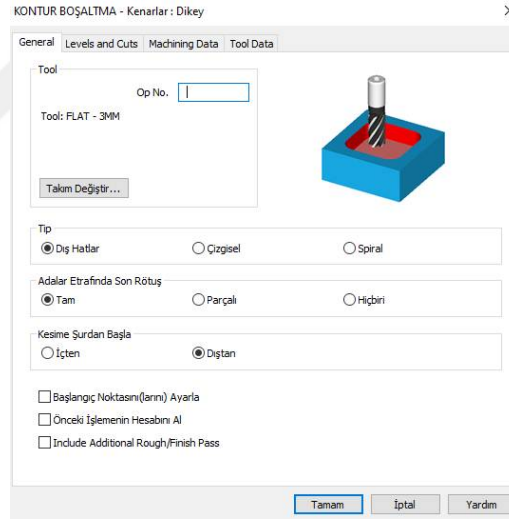
4.1.5. Deney Örneklerinin Oluşturulması

Tez örneklerinin oluşturulmasında ilk işlem olarak Alphacam programında 50x50 mm boyutlarında boşaltma uygulaması yapılmıştır. Bu işlem bazı aşamalardan geçmektedir.



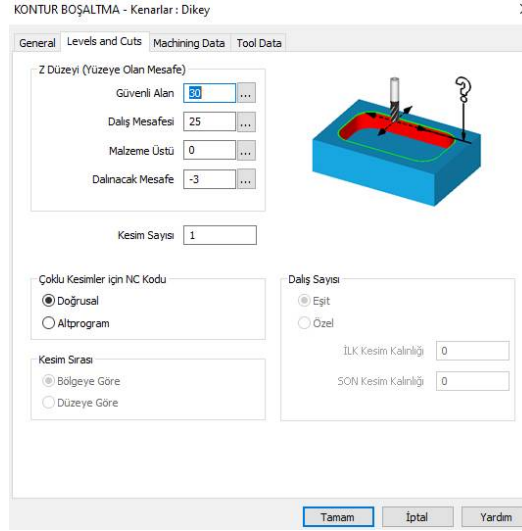
Şekil 4.10. Deney örneklerinde bıçak yolları.

Program ile birlikte istenilen ölçülerde hatasız kesim ve işleme yapılmaktadır. Farklı kesiciler, dönüş hızları ve kesme hızlarına göre bazı kodlama dilleri oluşturulmuştur. Aynı kesici takımı, farklı dönüş hızları ve kesme hızlarıyla 9 adet örnek birarada işlenebilmektedir. 3mm, 6mm ve 8 mm kesici takım ile ayrı ayrı kodlar elde edilmiştir.



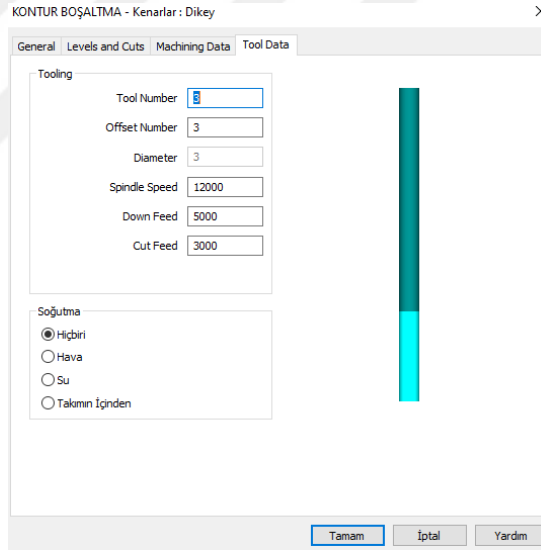
Şekil 4.11. Alphacam ile deney örnekleri kesim yönü ve tipi.

Alphacam programı ile birlikte işleme alınacak örneklerin kesim yönü dıştan içe doğru seçilmiştir. Bununla birlikte dış hatlar-çizgisel-spiral işleme tiplerinden dış hatlar doğrultusunda boşaltma kesimi yapılmıştır.



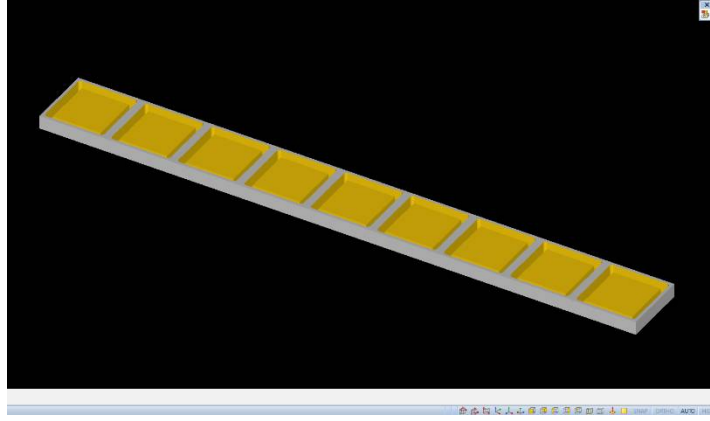
Şekil 4.12. Alphacam malzeme boşaltma işlemi.

Alphacam ile kontur boşaltma işlemi, dalma mesafesi 3mm olacak şekilde ayarlanmış ve kesim sayısı 1 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.13. Kesici takım çapı, numarası, dönüş hızı ve kesme hızı.

Kodlama işleminin son kısımlarında takım çapı, dönüş hızları, dalma hızları ve kesme hızları belirlenmektedir. Her ağaç türüne göre bu parametreler değiştirilerek kodlama yapılmaktadır.



Şekil 4.14. Deney örneklerinin oluşturulma simülasyonu.

Alphacam programı ile oluşturulan bıçak yolları ve işleme sınırlarının gözden geçirilmektedir. Bununla birlikte hatalı işlem var ise onun düzeltilmesi simülasyon uygulaması ile yapılmaktadır. CNC de yapılacak olan üretimin bir nevi gözden geçirilmesiyle sorunsuz işlemler yapılmaktadır. Simülasyon işleminden sonra CNC makinasına tanımlı bir post yardımıyla “G kodları” oluşturulmaktadır.

4.2. YÖNTEM

Ahşap numuneleri elde edebilmek için; CNC makinasına ve alphacam de yapılan çizime uyumlu olacak şekilde dilimlenen malzemeler, 210x280 cm’lik düz tablalı CNC’nin belirli bir bölgesine yerleştirilmiştir.



Şekil 4.15. Ağaç türlerine göre kesilmiş deney parçaları.



Şekil 4.16. Dişbudak, ceviz, ladin, sapelli ve iroko deney parçaları.



Şekil 4.17. CNC ile işlenmiş ladin deney örnekleri.



Şekil 4.18. CNC ile işlenmiş sapelli deney örnekleri.



Şekil 4.19. CNC ile işlenmiş dişbudak deney örnekleri.



Şekil 4.20. CNC ile işlenmiş iroko deney örnekleri.



Şekil 4.21. CNC İle işlenmiş ceviz deney örnekleri.



Şekil 4.22. Çalışmada kullanılan deney örnekleri.

4.2.1. Deney Grupları ve Parametreler

5 ağaç türü, 3 bıçak cinsi, 3 farklı devir hızı ve 3 farklı kesme hızıyla birlikte 135 farklı örnek grubu oluşturulmuştur. Bu örneklerden de 5'er adet toplamda 675 adet örnek CNC de işlenmiştir. İroko, sapelli, dişbudak, ceviz ve ladin ağaç türleri kullanılmıştır. Farklı kalınlıkta elmas uçlu freze bıçakları (3 mm, 6 mm ve 8 mm) ile kesme işlemleri yapılmıştır. Farklı devir sayıları (1200 devir/dk, 15000 devir/dk ve 18000 devir/dk) ve farklı kesme hızları (3000 mm/dak, 6000 mm/dak ve 9000 mm/dak) ile işlem yapılmıştır. Çizelge 4.1'de deney grupları ve parametreleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Deney grupları ve parametreler.

Ağaç Türü	Bıçak Çapı			Devir hızı (devir/dk)	Kesme Hızı (mm/dk)
	3 mm Bıçak	6mm Bıçak	8 mm Bıçak		
İROKO	İ1	İ10	İ19	12000	3000
	İ2	İ11	İ20	12000	6000
	İ3	İ12	İ21	12000	9000
	İ4	İ13	İ22	15000	3000
	İ5	İ14	İ23	15000	6000
	İ6	İ15	İ24	15000	9000

	İ7	İ16	İ25	18000	3000
	İ8	İ17	İ26	18000	6000
	İ9	İ18	İ27	18000	9000
SAPELLİ	S1	S10	S19	12000	3000
	S2	S11	S20	12000	6000
	S3	S12	S21	12000	9000
	S4	S13	S22	15000	3000
	S5	S14	S23	15000	6000
	S6	S15	S24	15000	9000
	S7	S16	S25	18000	3000
	S8	S17	S26	18000	6000
	S9	S18	S27	18000	9000
CEVİZ	C1	C10	C19	12000	3000
	C2	C11	C20	12000	6000
	C3	C12	C21	12000	9000
	C4	C13	C22	15000	3000
	C5	C14	C23	15000	6000
	C6	C15	C24	15000	9000
	C7	C16	C25	18000	3000
	C8	C17	C26	18000	6000
	C9	C18	C27	18000	9000
DİŞBUDAK	D1	D10	D19	12000	3000
	D2	D11	D20	12000	6000

	D3	D12	D21	12000	9000
	D4	D13	D22	15000	3000
	D5	D14	D23	15000	6000
	D6	D15	D24	15000	9000
	D7	D16	D25	18000	3000
	D8	D17	D26	18000	6000
	D9	D18	D27	18000	9000
LADİN	L1	L10	L19	12000	3000
	L2	L11	L20	12000	6000
	L3	L12	L21	12000	9000
	L4	L13	L22	15000	3000
	L5	L14	L23	15000	6000
	L6	L15	L24	15000	9000
	L7	L16	L25	18000	3000
	L8	L17	L26	18000	6000
	L9	L18	L27	18000	9000

4.3. ÖLÇÜMLER

4.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümleri

Ahşap malzemelerin yüzey kalitesini belirlemek için yüzey pürüzlülük ölçümleri DIN 4768 [140] standardına göre yapılmıştır. Ölçüm parametrelerinin ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry) ve on nokta pürüzlülüğü ortalama değeri (Rz) DIN 4768 standardına göre Mitutoyo Surftest SJ-301 test cihazında ahşap numunelerin liflerine dik olarak belirlenmiştir. Dedektör burun yarıçapı 5 µm olan cihaz,

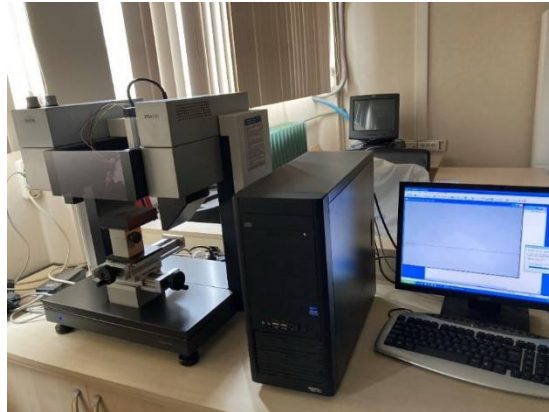
değerlendirme uzunluğu 12,5 mm, kesme uzunluğu 2,5 mm, çözünürlük 350 μm olarak ayarlandı. Her grup için on ölçüm yapıldı.



Şekil 4.23. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri.

4.3.2. Islanabilirlik ve Temas Açısı Ölçümleri

Ahşabın yüzey ıslanabilirliği, ahşap numunelerin yüzeyi ile damıtılmış su damlacıkları arasındaki temas açıları ölçülerek belirlenmiştir. Görüntü analiz yazılımı ile donatılmış DSA100 Damla Şekli Analiz Sistemi (KRUSS GmbH, Almanya) cihazı kullanılarak, numune yüzeylerine rastgele toplam on damla 5 μl hacimde damlatıldı. Numunelerin temas açısı değerleri, damlacıkların yüzeyde birikmesinden beş saniye sonra hesaplanmıştır.



Şekil 4.24. Temas açısı ölçüm cihazı.

4.3.3. Elektrik Enerjisi Ölçümleri

Elektrik enerjisi hesaplanmasında CNC üzerinden geçen akıma ek bir sayaç (3 fazlı dört telli demantmetreli aktif elektronik elektrik sayacı) bağlanarak T1 başlangıç ve bitiş değerleri kaydedilmiştir. Tablolarda her bir kesici takım ile birlikte yapılan işlemlerin ağaç türü, spindell devir hızı, kesme hızı ve bıçak türüne göre harcanan elektrik enerjisi ölçümü (kw) değerleri verilmiştir.

4.3.4. İşlem Süresi Ölçümleri

CNC bıçaklarıyla birlikte farklı devir ve kesme hızlarına göre her bir ağaç türünde işleme süreleri belirlenmiştir. Bu işlem CNC-LNC monitördeki ana ekrandan kaydedilmektedir. Tablolarda her bir kesici takım ile birlikte yapılan işlemlerin ağaç türü, spindell devir hızı, kesme hızı ve bıçak türüne göre işlem süreleri ölçümü (sn) değerleri verilmiştir.

5. BULGULAR

5.1. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ İLE İLGİLİ BULGULAR

5.1.1. Ağaç Türüne Göre Yüzey Pürüzlülüğü Ortalama Değerleri

Çalışma kapsamında üzerinde işlem yapılan 5 farklı ağaç türü örneklerinin üç farklı yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin ağaç türlerine göre Ra, Ry ve Rz ortalamaları çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Ağaç türüne göre pürüzlülük ortalama değerleri.

	Ağaç türü				
	İroko	Sapelli	Ceviz	Dişbudak	Ladin
Ra (µm)	3,41	5,73	5,23	3,54	4,24
Ry (µm)	32,31	51,48	44,82	31,19	37,93
Rz (µm)	24,04	38,97	33,97	24,68	29,37

Çizelge 5.1’den de görüldüğü gibi 5 farklı ağaç türü arasında diğer parametrelere bakılmaksızın en düzgün yüzey iroko örneklerinden elde edilmiştir. İroko’yu sırasıyla dişbudak, ladin, ceviz ve sapelli örnekleri takip etmektedir.

Yüzey pürüzlüğünün çalışma kapsamındaki diğer değişkenlere göre oluşan ortalamaları ve standart sapmaları çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Yüzey pürüzlülüğünün değişkenlere göre ölçülen ortalama değerleri ve standart sapmaları.

Örnek no	Ağaç	Bıçak	Devir	Kesme	Ra (μm)		Ry (μm)		Rz (μm)	
					Ort.	s.s.	Ort.	s.s.	Ort.	s.s.
1	İ1	1	1	1	3,30	0,90	28,94	9,66	23,38	6,93
2	İ2	1	1	2	3,33	0,50	31,18	9,37	23,53	4,95
3	İ3	1	1	3	4,40	0,61	44,16	9,35	32,19	6,94
4	İ4	1	2	1	3,89	0,54	44,18	9,07	30,44	7,09
5	İ5	1	2	2	3,58	0,84	32,58	7,74	25,30	5,22
6	İ6	1	2	3	4,23	0,56	36,73	9,84	29,13	5,97
7	İ7	1	3	1	3,43	0,89	36,25	6,62	24,66	6,09
8	İ8	1	3	2	4,09	0,98	35,58	9,10	28,27	6,12
9	İ9	1	3	3	3,98	0,81	36,04	9,08	27,96	8,51
10	İ10	2	1	1	2,71	0,74	24,17	6,57	18,47	5,09
11	İ11	2	1	2	2,91	0,73	25,02	8,11	20,16	6,10
12	İ12	2	1	3	3,03	0,73	31,32	8,64	21,04	4,96
13	İ13	2	2	1	4,24	0,84	42,19	9,43	30,74	7,38
14	İ14	2	2	2	3,46	0,98	32,95	9,56	23,45	5,69
15	İ15	2	2	3	3,44	0,89	30,24	7,51	23,12	5,94
16	İ16	2	3	1	3,52	0,75	35,27	9,89	24,62	5,34
17	İ17	2	3	2	2,68	0,67	24,99	8,60	18,72	4,66
18	İ18	2	3	3	3,78	0,55	37,57	9,50	25,06	7,94
19	İ19	3	1	1	3,51	0,56	38,30	6,82	25,01	3,26
20	İ20	3	1	2	2,61	0,30	21,38	4,56	17,43	2,23
21	İ21	3	1	3	2,82	0,57	23,27	5,90	18,57	3,92
22	İ22	3	2	1	2,82	0,90	26,68	7,55	21,78	9,41
23	İ23	3	2	2	3,77	0,93	35,38	8,20	25,12	4,42
24	İ24	3	2	3	3,17	0,79	31,84	9,80	22,31	6,18
25	İ25	3	3	1	2,38	0,71	22,27	8,92	17,48	6,87
26	İ26	3	3	2	4,04	0,81	37,06	9,45	29,92	7,40

27	i27	3	3	3	3,04	0,56	26,84	8,80	21,26	5,50
28	S1	1	1	1	4,24	0,75	42,51	7,64	31,39	4,19
29	S2	1	1	2	4,99	0,31	48,72	8,46	36,65	5,08
30	S3	1	1	3	6,40	0,95	59,64	5,49	42,43	6,93
31	S4	1	2	1	5,88	0,79	55,36	8,86	42,33	7,71
32	S5	1	2	2	5,44	0,88	48,17	9,48	36,73	3,80
33	S6	1	2	3	5,61	0,96	51,24	9,21	39,77	6,31
34	S7	1	3	1	6,28	0,99	59,04	8,85	42,91	6,65
35	S8	1	3	2	5,45	0,99	47,58	6,74	36,13	4,61
36	S9	1	3	3	6,42	0,81	54,38	8,43	43,67	6,80
37	S10	2	1	1	6,97	0,40	60,78	9,04	46,08	5,31
38	S11	2	1	2	5,33	0,72	48,15	9,39	35,93	6,32
39	S12	2	1	3	6,29	0,94	52,56	8,18	38,58	9,24
40	S13	2	2	1	5,58	0,80	54,17	8,12	36,55	5,46
41	S14	2	2	2	6,54	0,99	60,73	9,79	41,97	6,78
42	S15	2	2	3	5,79	0,92	51,71	9,47	38,53	8,72
43	S16	2	3	1	5,72	0,94	47,44	8,52	37,32	8,05
44	S17	2	3	2	6,43	0,59	56,26	9,90	44,06	9,71
45	S18	2	3	3	4,63	0,70	37,72	9,09	31,55	7,91
46	S19	3	1	1	5,05	0,91	54,95	7,43	35,39	8,14
47	S20	3	1	2	5,61	0,68	47,24	9,45	36,64	4,79
48	S21	3	1	3	6,88	0,59	70,43	8,72	53,96	8,21
49	S22	3	2	1	5,44	0,74	44,80	9,40	38,37	9,26
50	S23	3	2	2	6,14	0,74	52,87	9,34	42,92	9,37
51	S24	3	2	3	5,09	0,52	45,28	9,57	33,31	5,76
52	S25	3	3	1	5,11	0,73	44,26	9,77	34,89	5,01
53	S26	3	3	2	5,00	0,59	42,20	8,58	34,30	7,33
54	S27	3	3	3	6,46	0,89	51,87	8,79	39,89	6,03
55	C1	1	1	1	6,80	0,95	64,36	9,30	45,62	5,06
56	C2	1	1	2	5,22	0,77	47,00	9,19	36,75	5,75
57	C3	1	1	3	7,15	0,52	54,70	9,98	45,19	5,80
58	C4	1	2	1	6,22	0,92	59,91	7,82	44,80	8,70

59	C5	1	2	2	4,62	0,92	40,34	7,45	32,17	7,60
60	C6	1	2	3	6,20	0,91	54,11	9,84	39,28	7,22
61	C7	1	3	1	4,16	0,83	39,89	9,53	31,18	7,29
62	C8	1	3	2	4,81	0,92	38,35	9,94	30,23	5,84
63	C9	1	3	3	5,93	0,78	49,79	8,47	37,42	5,42
64	C10	2	1	1	4,46	0,77	45,31	6,38	29,20	6,23
65	C11	2	1	2	5,50	0,89	40,13	5,81	36,07	8,22
66	C12	2	1	3	5,88	0,90	42,17	9,71	35,34	7,60
67	C13	2	2	1	4,29	0,65	30,17	7,41	27,29	7,78
68	C14	2	2	2	5,17	0,57	42,43	9,42	31,51	4,28
69	C15	2	2	3	5,29	0,95	42,77	9,15	32,68	6,17
70	C16	2	3	1	6,02	0,86	61,80	8,27	39,08	7,63
71	C17	2	3	2	4,87	0,77	40,18	8,10	30,48	4,91
72	C18	2	3	3	4,40	0,74	37,04	7,48	29,57	4,92
73	C19	3	1	1	5,19	0,88	49,11	9,37	34,54	5,78
74	C20	3	1	2	4,58	0,83	42,34	9,26	29,43	5,78
75	C21	3	1	3	4,24	0,53	37,92	7,55	27,41	3,35
76	C22	3	2	1	4,08	0,74	36,31	8,98	26,82	4,89
77	C23	3	2	2	5,01	0,71	43,32	9,98	33,05	6,11
78	C24	3	2	3	5,93	0,64	50,82	9,68	36,78	5,39
79	C25	3	3	1	5,45	0,78	43,38	9,36	33,72	4,87
80	C26	3	3	2	5,27	0,83	37,98	7,30	32,78	6,99
81	C27	3	3	3	4,56	0,93	38,57	7,19	28,82	3,04
82	D1	1	1	1	4,35	0,87	36,66	8,93	30,12	5,48
83	D2	1	1	2	3,69	0,73	30,91	6,98	24,66	5,30
84	D3	1	1	3	4,94	0,93	38,69	6,07	31,46	6,07
85	D4	1	2	1	4,26	0,81	35,78	8,05	30,06	5,87
86	D5	1	2	2	3,61	0,88	29,24	6,19	25,14	5,21
87	D6	1	2	3	4,04	0,87	31,27	7,60	26,23	5,79
88	D7	1	3	1	2,76	0,57	22,50	6,03	19,09	3,41
89	D8	1	3	2	3,43	0,94	27,20	8,64	24,52	7,96
90	D9	1	3	3	3,81	0,60	33,61	8,74	26,36	5,89

91	D10	2	1	1	3,18	0,70	30,67	9,17	23,97	5,10
92	D11	2	1	2	3,84	0,67	37,53	9,63	28,13	7,13
93	D12	2	1	3	3,95	0,47	34,26	9,26	25,62	4,17
94	D13	2	2	1	2,41	0,68	26,02	8,03	19,44	5,11
95	D14	2	2	2	3,23	0,79	30,19	9,54	23,59	6,87
96	D15	2	2	3	3,66	0,95	35,30	9,14	26,16	7,75
97	D16	2	3	1	3,49	0,86	31,27	9,79	25,18	7,90
98	D17	2	3	2	4,68	0,99	38,11	9,57	30,92	5,93
99	D18	2	3	3	2,73	0,48	24,06	8,06	18,73	3,48
100	D19	3	1	1	3,43	0,83	34,75	9,75	27,01	8,20
101	D20	3	1	2	3,05	0,77	28,68	9,19	21,36	5,97
102	D21	3	1	3	3,61	0,78	31,14	9,80	23,87	7,66
103	D22	3	2	1	3,19	0,53	25,95	4,87	20,82	4,99
104	D23	3	2	2	2,96	0,42	24,63	4,64	20,33	3,29
105	D24	3	2	3	3,78	0,59	36,44	9,67	26,78	5,26
106	D25	3	3	1	2,62	0,45	25,01	7,58	19,39	4,89
107	D26	3	3	2	2,88	0,65	26,98	9,93	21,00	6,62
108	D27	3	3	3	3,96	0,80	35,32	8,27	26,49	4,56
109	L1	1	1	1	4,21	0,94	34,83	8,02	28,15	6,23
110	L2	1	1	2	4,19	0,54	41,70	6,74	32,30	5,31
111	L3	1	1	3	4,79	0,91	42,95	8,06	34,64	6,51
112	L4	1	2	1	3,00	0,38	25,96	5,76	21,79	4,92
113	L5	1	2	2	3,78	0,51	33,95	6,24	26,00	3,67
114	L6	1	2	3	3,24	0,77	24,77	6,18	21,31	5,12
115	L7	1	3	1	3,18	0,63	30,75	9,26	23,89	3,47
116	L8	1	3	2	3,69	0,76	32,61	8,49	25,42	6,56
117	L9	1	3	3	4,06	0,71	36,56	8,11	26,42	4,87
118	L10	2	1	1	3,62	0,84	34,55	9,57	24,07	4,82
119	L11	2	1	2	3,07	0,60	26,57	6,87	20,54	4,12
120	L12	2	1	3	4,39	0,60	40,18	4,95	27,95	4,49
121	L13	2	2	1	3,22	0,71	31,07	6,71	21,87	3,73
122	L14	2	2	2	3,22	0,52	28,13	6,60	20,22	4,45

123	L15	2	2	3	4,14	0,87	35,32	9,79	26,79	5,30
124	L16	2	3	1	3,34	0,81	29,87	7,00	22,50	3,99
125	L17	2	3	2	5,03	0,90	42,33	7,75	34,76	6,20
126	L18	2	3	3	4,68	0,99	42,44	8,80	35,15	9,13
127	L19	3	1	1	4,30	0,64	37,42	8,82	30,46	7,29
128	L20	3	1	2	4,50	0,84	44,08	9,50	33,72	6,55
129	L21	3	1	3	6,03	0,49	52,02	5,28	41,30	2,61
130	L22	3	2	1	4,03	0,94	34,61	8,84	28,18	6,17
131	L23	3	2	2	4,53	0,67	40,58	9,58	31,93	5,18
132	L24	3	2	3	5,85	0,96	49,16	8,46	38,30	5,83
133	L25	3	3	1	4,62	0,70	42,23	8,38	32,57	7,90
134	L26	3	3	2	4,89	0,95	41,68	9,75	33,35	6,09
135	L27	3	3	3	6,78	0,60	67,68	9,15	49,30	5,38

Çizelge 5.2’de 135 örnek grubunun değişkenlere göre oluşan yüzey pürüzlülük değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir. Buna göre Ra için en düşük ortalama değer 2,38 μm ile İ25 örnek grubunda ve en yüksek ortalama değer de 7,15 μm ile C3 örnek grubunda oluşmuştur. Ry ve Rz değerlerinin en düşük ve en yüksek ortalama değerleri aynı grupta oluşmuştur. En düşük Ry ve Rz değerleri İ20 örnek grubunda sırasıyla 21,38 μm ve 17,43 μm olarak oluşmuştur. En yüksek Ry ve Rz değerleri ise S21 örnek grubunda sırasıyla 70,43 μm ve 53,96 μm olarak oluşmuştur. Bu sonuçlar beklenildiği gibi çizelge 5.1’deki sıralamayla paralellik göstermiştir.

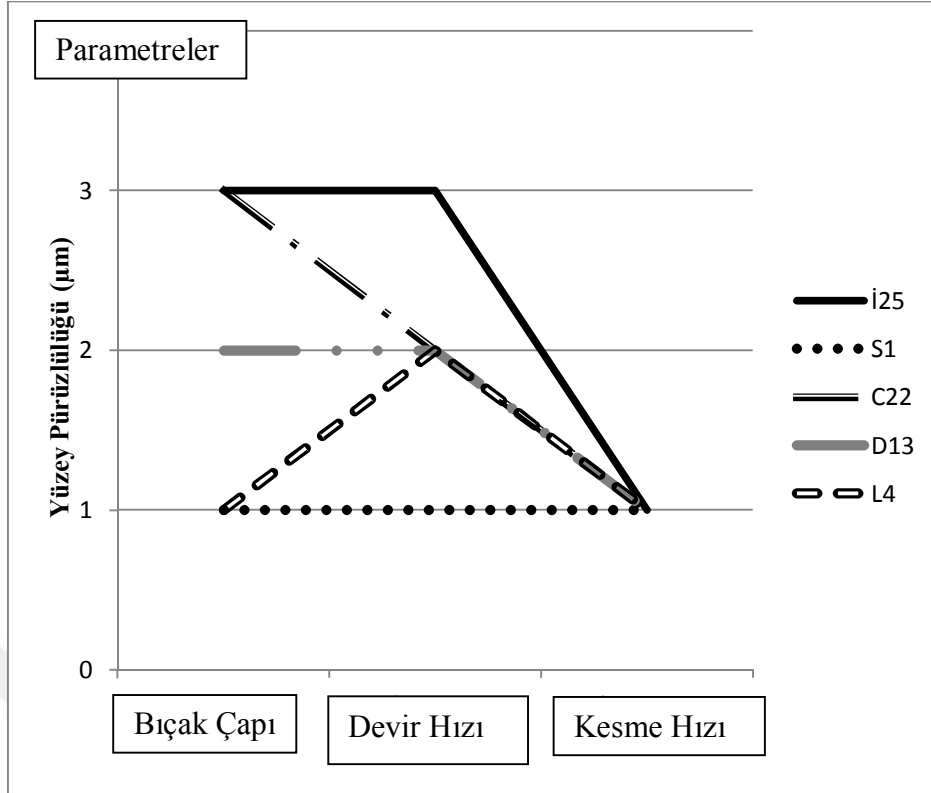
Ağaç türlerinin kendi içlerinde sadece Ra için en yüksek ve en düşük pürüzlülük değerlerinin olduğu gruplar çizelge 5.3’te verilmiştir;

Çizelge 5.3. Ağaç türlerine göre en yüksek ve en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri.

Ağaç Türü	Ra (μm)		Bıçak Çapı (mm)	Devir Hızı (devir/dk)	Kesme Hızı (mm/dk)	Örnek Grubu
İroko	En yüksek	4,40	3	12000	9000	İ3
	En düşük	2,38	8	18000	3000	İ25
Sapelli	En yüksek	6,97	6	12000	3000	S10
	En düşük	4,24	3	12000	3000	S1
Ceviz	En yüksek	7,15	3	12000	9000	C3
	En düşük	4,08	8	15000	3000	C22
Dişbudak	En yüksek	4,94	3	12000	9000	D3
	En düşük	2,41	6	15000	3000	D13
Ladin	En yüksek	6,78	8	18000	9000	L27
	En düşük	3,00	3	15000	3000	L4

Çizelge 5.3'te görüldüğü üzere en düşük yüzey pürüzlülük değerleri ağaç türü fark etmeksizin düşük kesme hızlarında, en yüksek yüzey pürüzlülük değerleri de yüksek kesme hızlarında (sapelli hariç) elde edilmiştir. Yine düşük yüzey pürüzlülük değerleri ladin örnekleri hariç yüksek devirlerde elde edilirken, yüksek pürüzlülük değerleri ladin örnekleri hariç düşük devirlerde (12000 d/dk.) elde edilmiştir. Bıçak çapının en yüksek ve en düşük pürüzlülük değerlerine olan etkisine baktığımızda, iroko, ceviz ve dişbudak örneklerinde geniş bıçaklarda (6 mm ve 8 mm) daha düzgün yüzeyler elde edilirken, sapelli ve ladin örneklerinde küçük çaplı (3 mm) bıçakla yapılan işlemlerdeki yüzeyler daha düzgün çıkmıştır. Çizelge 3'deki veriler grafik olarak düzenlendiğinde minimum yüzey pürüzlülüğü değerlerinin hangi seçeneklerde oluştuğu daha net görülebilmektedir.

Şekil 5.1' de görüldüğü üzere en iyi yüzey pürüzlülük değerleri 3000 mm/dk'lık kesme hızında oluşmaktadır. Sapelli, ceviz ve dişbudak örnekleri minimum pürüzlülük değerleri 15000 d/dk'da oluşmaktadır. Şekil 5.1'de ağaç türlerinin en düşük Ra değerlerinin oluştuğu parametreler gösterilmiştir.



Şekil 5.1 Ağaç türlerinin en düşük Ra değerlerinin oluştuğu parametreler.

5.1.2. Bıçak Çapına Göre Yüzey Pürüzlülük Ortalama Değerleri

Değişkenlere göre yüzey pürüzlülük ortalama değerleri belirlenmiş olup bıçak çapına göre pürüzlülük değerleri çizelge 5.4’de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Bıçak çapına göre ortalama yüzey pürüzlülük değerleri.

	Bıçak çapı (mm)		
	3	6	8
Ra (µm)	4,56	4,33	4,41
Ry (µm)	40,68	38,51	39,44
Rz (µm)	31,49	28,95	30,18

Çizelge 5.4’ten görüleceği üzere tüm yüzey pürüzlülüğü ölçüm değerlerinde en düşük ortalama değer 6mm çaplı bıçakla yapılan işlemler sonucunda elde edilmiştir.

5.1.3. Devir Hızına Göre Yüzey Pürüzlülük Ortalama Değerleri

Değişkenlere göre yüzey pürüzlülük ortalama değerleri belirlenmiş olup devir hızına göre pürüzlülük değerleri çizelge 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.5. Devir hızı göre ortalama yüzey pürüzlülük değerleri.

	Devir hızı (devir/dk.)		
	12000	15000	18000
Ra (μm)	4,50	4,38	4,41
Ry (μm)	40,74	39,01	38,88
Rz (μm)	30,79	29,80	30,02

Çizelge 5.5'ten görüldüğü üzere en düşük yüzey pürüzlülüğü ölçüm değeri ortalamaları Ra ve Ry için 15000 d/dk devir hızında elde edilmiştir. Ry için en düşük ortalama değer 18000 d/dk devir hızında elde edildiği görülmektedir.

5.1.4. Kesme Hızına Göre Yüzey Pürüzlülük Ortalama Değerleri

Değişkenlere göre yüzey pürüzlülük ortalama değerleri belirlenmiş olup kesme hızına göre pürüzlülük değerleri çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Kesme hızına göre ortalama yüzey pürüzlülük değerleri.

	Kesme hızı (mm/dk)		
	3000	6000	9000
Ra (μm)	4,22	4,33	4,74
Ry (μm)	39,15	37,89	41,60
Rz (μm)	29,39	29,50	31,73

Çizelge 5.6'daki veriler incelendiğinde tüm örnek grupları içinde en düzgün yüzeyli örneklerin Ra ve Rz'ye göre 3000 mm/dk kesme hızında elde edildiği görülmektedir. Ry için en düşük ortalama 6000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir.

5.1.5. Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Tek Değişkene Göre Varyans Analizleri

5.1.5.1. Ağaç Türüne Göre Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analizleri

Ağaç türlerinin yüzey pürüzlülük değerlerine varyans analiz sonuçları çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Ağaç türüne göre varyans analizi sonuçları.

	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Ağaç Türü	Ra	1136,6	4	284,2	481,3	0,000
	Ry	79681,8	4	19920,4	276,8	0,000
	Rz	43263,0	4	10815,8	282,9	0,000

Çizelge 5.7’deki varyans analizi sonuçlarına göre ağaç türü ile yüzey pürüzlülük değerleri arasında %95 güven düzeyinde anlamlı farklar vardır. Bu farkların hangi ağaç türüne göre nasıl değiştiğini homojenlik testlerinden duncan testi ile test ettiğimizde aşağıdaki çizelge 5.8, 5.9, 5.10’da verilen gruplar oluşmaktadır.

Çizelge 5.8. Ağaç türüne göre Ra (μ m) ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	N	1	2	3	4
İroko	270	3,41			
Dişbudak	270	3,54			
Ladin	270		4,24		
Ceviz	270			5,23	
Sapelli	270				5,73
Önem düzeyi		0,61	1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki üç çizelgeden de (çizelge 5.8, 5.9, 5.10) görüleceği üzere yüzey pürüzlülük ölçüm değerlerine göre ağaç türleri kendi aralarında 4 farklı grup oluşturmaktadırlar. Buna göre iroko ve dişbudak en düzgün yüzey pürüzlülüğü ortalamasına sahip olarak ilk grubu oluşturmuştur. Bu ilk grubu ladin örnekleri takip etmektedir ve ceviz ve sapelli örnekleri de sırasıyla 3. ve 4. grupta yer almışlardır.

Çizelge 5.9. Ağaç türüne göre Ry (µm) ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	N	1	2	3	4
İroko	270	31,19			
Dişbudak	270	32,31			
Ladin	270		37,93		
Ceviz	270			44,82	
Sapelli	270				51,48
Önem düzeyi		0,12	1,00	1,00	1,00

Çizelge 5.10. Ağaç türüne göre Rz (µm) ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	N	1	2	3	4
İroko	270	24,04			
Dişbudak	270	24,68			
Ladin	270		29,37		
Ceviz	270			33,97	
Sapelli	270				38,97
Önem düzeyi		0,23	1,00	1,00	1,00

5.1.5.2. Bıçak Çapına Göre Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analizleri

Bıçak çapıyla yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin varyans analiz sonuçları çizelge 5.11’de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Bıçak çapına göre yüzey pürüzlülüğü varyans analizi sonuçları.

	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Bıçak Çapı (mm)	Ra (µm)	12,1	2	6,1	10,3	0,000
	Ry (µm)	1064,3	2	532,2	7,4	0,000
	Tz (µm)	1451,6	2	725,8	19,0	0,000

Çizelge 5.11’deki varyans analizi sonuçlarına göre bıçak çapı ile yüzey pürüzlülük değerleri arasında %95 güven düzeyinde anlamlı farklar vardır. Bu farkların hangi bıçak çapına göre nasıl değiştiğini homojenlik testlerinden duncan testi ile test ettiğimizde aşağıdaki çizelge 5. 12 ve 5.13’de verilen gruplar oluşmaktadır.

Çizelge 5.12. Bıçak çapına göre Ra (μm) ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.

Bıçak Çapı (mm)	N	1	2
6	450	4,33	
8	450	4,41	
3	450		4,56
Önem düzeyi		0,14	1,00

Çizelge 5.12'deki duncan testine verilerine bakıldığında bıçak çapına göre oluşan yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) varyans analizi sonucunda iki gruba ayrıldığı görülebilir. 6 mm ve 8 mm'lik çapa sahip bıçaklarla oluşan yüzeylerin 3 mm bıçakla oluşan yüzeylerden daha pürüzsüz olduğu söylenebilir. Yüzey pürüzlülüğü Rz değeri için de bıçak çapına göre aynı şekilde 2 grup oluşmaktadır. Bıçak çapına göre Rz (μm) ölçüm değeri için duncan testi sonuçları çizelge 5.13'de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Bıçak çapına göre Rz (μm) ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.

Bıçak Çapı (mm)	N	1	2	3
6	450	28,95		
8	450		30,18	
3	450			31,49
Önem düzeyi		1,00	1,00	1,00

Çizelge 5.13'deki Rz değerleri ortalamalarına göre 3 farklı bıçak çapı üç ayrı grup oluşmuştur. Buna göre en pürüzsüz yüzey 6mm çaplı bıçakla işlenen yüzeyler olarak belirlenmiştir.

5.1.5.3. Devir Hızına Göre Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analizleri

Devir hızına göre yüzey pürüzlülüğü varyans analiz sonuçları çizelge 5.14'te verilmiştir.

Çizelge 5.14. Devir hızına göre yüzey pürüzlülüğü varyans analizi sonuçları.

	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Devir Hızı (devir/dk)	Ra (µm)	3,6	2	1,8	3,0	0,049
	Ry (µm)	967,0	2	483,5	6,7	0,001
	Rz (µm)	243,7	2	121,8	3,2	0,042

Çizelge 5.14'deki varyans analizi sonuçlarına göre devir hızı ile yüzey pürüzlülük değerleri arasında %95 güven düzeyinde anlamlı farklar vardır. Bu farkların hangi devir hızına göre nasıl değiştiğini homojenlik testlerinden duncan testi ile test ettiğimizde sadece Ry değerleri için 2 grup oluşmaktadır ve aşağıdaki çizelge 5.15'de oluşan gruplar gösterilmektedir.

Çizelge 5.15. Devir hızına göre Ry (µm) ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.

Devir Hızı (devir/dk)	N	1	2
12000	450	38,88	
15000	450	39,01	39,01
18000	450		40,74
Önem düzeyi		0,883	0,050

Çizelge 5.15'deki duncan verilerine göre yüzey pürüzlülük değerleri ortalamaları üç farklı devir hızı için iki farklı grup oluşturmuştur. Ry değerine göre 12000 devir/dk ile 15000 devir/dk birbirine benzerdir, 18000 devir/dk bu ikisinden farklıdır.

5.1.5.4. Kesme Hızına Göre Yüzey Pürüzlülüğü Varyans Analizleri

Kesme hızına göre yüzey pürüzlülüğü varyans analizi sonuçları çizelge 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Kesme hızına göre yüzey pürüzlülüğü varyans analizi sonuçları.

	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Kesme Hızı (mm/dk)	Ra (µm)	68,7	2	34,4	58,2	0,000
	Ry (µm)	3195,2	2	1597,6	22,2	0,000
	Rz (µm)	1561,6	2	780,8	20,4	0,000

Çizelge 5.16'daki varyans analizi sonuçlarına göre kesme hızı ile yüzey pürüzlülük değerleri arasında %95 güven düzeyinde anlamlı farklar vardır. Bu farkların hangi kesme hızına göre nasıl değiştiğini homojenlik testlerinden duncan testi ile test ettiğimizde aşağıdaki çizelge 5. 17'de verilen gruplar oluşmaktadır. Üç farklı yüzey pürüzlülük değeri için de aynı gruplar oluşmaktadır, bu nedenle sadece Ra değeri için oluşan gruplar gösterilmiştir.

Çizelge 5.17. Kesme hızına göre Ra (µm) ölçüm değeri için duncan testi sonuçları.

Kesme Hızı (mm/dk)	N	1	2
3000	450	4,22	
6000	450	4,33	
9000	450		4,74
Önem düzeyi		0,25	1,00

Çizelge 5.17'de farklı kesme hızlarına göre oluşan yüzey pürüzlülük ortalama değerlerinin varyans analizi sonucunda aralarında fark bulunmuştur. Buna göre 3000 mm/dk'lık kesme hızında ve 6000 mm/dk kesme hızında işlem gören parçaların yüzeyleri birbirlerine benzer olduğu ve 9000 mm/dk kesme hızında işlem gören parçalardan daha düzgün olduğu bulunmuştur.

5.1.6. Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin İkili Değişkene Göre Varyans Analizleri

5.1.6.1. Ağaç Türü Ve Bıçak Çapına Göre Varyans Analizi

Ağaç türü ve bıçak çapının ikili varyans analizi sonuçları çizelge 5.18'de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Ağaç türü ve bıçak çapının ikili varyans analizi sonuçları.

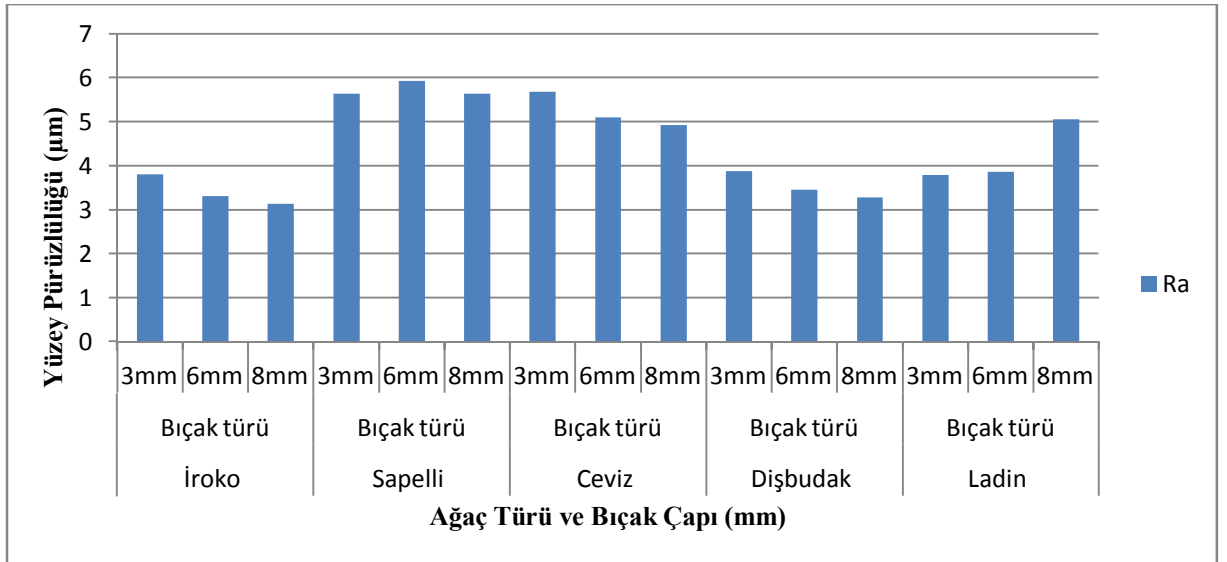
		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Ağaç Türü*Bıçak Çapı	Ra	151,3	8	18,9	32,0	0,000
	Ry	12727,4	8	1590,9	22,1	0,000
	Rz	7778,8	8	972,4	25,4	0,000

Çizelge 5.18’de ağaç türlerinin kendi içlerinde bıçak çapına göre yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasındaki farklar varyans analizi ile test edilmiş ve üç farklı yüzey pürüzlülüğü parametresi için de anlamlı farklar oluşmuştur. Ağaç türlerinin farklı bıçak çaplarına göre oluşan ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) çizelge 5.19’da verilmiştir.

Çizelge 5.19. Ağaç türlerine göre farklı bıçak çaplarında oluşan yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri.

Yüzey Pürüzlülüğü (µm)		Bıçak Çapı (mm)		
		3	6	8
Ağaç Türü	İroko	3,80	3,31	3,13
	Sapelli	5,63	5,92	5,64
	Ceviz	5,68	5,10	4,92
	Dişbudak	3,87	3,46	3,28
	Ladin	3,79	3,86	5,06

Çizelge 5.19’da görüldüğü gibi İroko odunu için en düzgün yüzey (Ra= 3,13 µm) 8 mm çaplı bıçakta, sapelli için (ortalama Ra= 5,63 µm) 3mm çaplı bıçakta, ceviz için (ortalama Ra= 4,92 µm) 8mm çaplı bıçakta, dişbudak için (Ra= 3,28 µm) 8mm çaplı bıçakta ve ladin odunu örnekleri için de (Ra= 3,79 µm) 3mm çaplı bıçakta oluşmuştur. Burada iroko, ceviz ve dişbudak örneklerinde en düzgün yüzeyler kalın uçlu bıçakla işlem görenlerde ortaya çıkarken, sapelli ve ladin örneklerinde ince uçlu bıçakla işlem görenlerde ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.2. Ağaç türü ve bıçak çapına göre oluşan ortalama yüzey pürüzlülük değerleri.

5.1.6.2. Ağaç Türü ve Devir Hızına Göre Varyans Analizi

Ağaç türü ve devir hızını ikili varyans analizi sonuçları çizelge 5.20’de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Ağaç türü ve devir hızını ikili varyans analizi sonuçları.

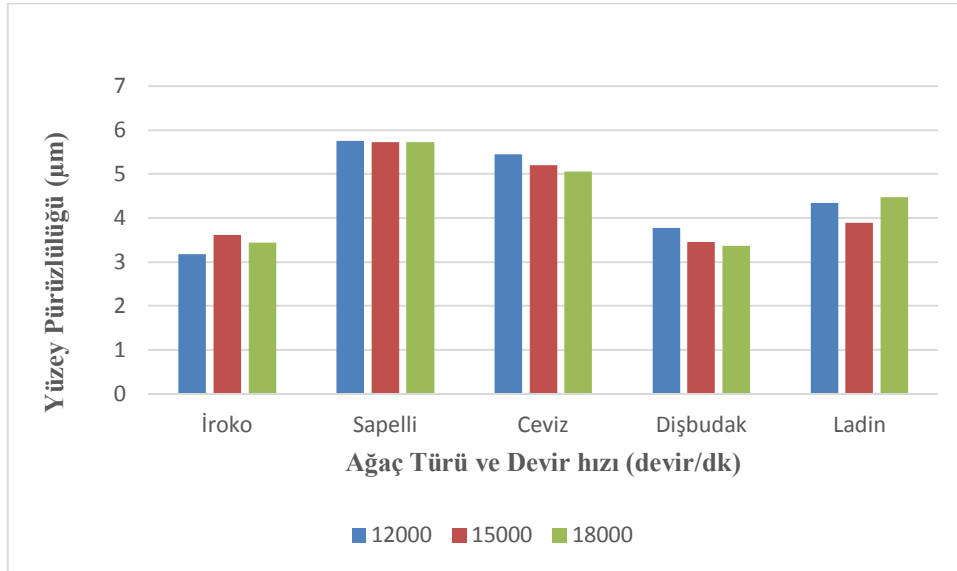
		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Ağaç Türü*Devir Hızı	Ra	37,8	8	4,7	8,0	0,000
	Ry	5360,5	8	670,1	9,3	0,000
	Rz	2499,5	8	312,4	8,2	0,000

Çizelge 5.20’de ağaç türlerinin kendi içlerinde devir hızına göre yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasındaki farklar varyans analizi ile test edilmiş ve üç farklı yüzey pürüzlülüğü parametresi için de anlamlı farklar oluşmuştur. Ağaç türlerinin farklı devir hızlarına göre oluşan ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) çizelge 5.21’de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Ağaç türlerine göre farklı devir hızlarında oluşan yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri.

Yüzey Pürüzlülüğü (μm)		Devir Hızı (devir/dk)		
		12000	15000	18000
Ağaç Türü	İroko	3,18	3,62	3,44
	Sapelli	5,75	5,72	5,72
	Ceviz	5,45	5,20	5,05
	Dişbudak	3,78	3,46	3,37
	Ladin	4,34	3,89	4,47

Çizelge 5.21’de görüldüğü gibi İroko odunu için en düzgün yüzey (Ra=3,18 μm) 12000d/dk’da işlem görmüş örneklerde oluşmuş, Sapelli için (Ra=5,72 μm) 12000d/dk ve 15000 d/dk’da oluşmuş, Ceviz için (ortalama Ra=5,05 μm) 18000d/dk da oluşmuş, Dişbudak için (Ra=3,37 μm) 15000d/dk da oluşmuş ve ladin odunu örnekleri için de (ortalama Ra=3,89 μm) 15000d/dk da oluşmuştur. Burada iroko örneklerinde en düzgün yüzeyler düşük devir hızında işlem görenlerde ortaya çıkarken, sapelli, ceviz ve dişbudak odunu örneklerinde ise orta devir hızında işlem görenlerde ortaya çıkmıştır. Ladin örneklerinde ise orta devir hızında daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir.



Şekil 5.3. Ağaç türü ve devir hızına göre ortalama yüzey pürüzlülük değerleri.

5.1.6.3. Ağaç Türü ve Kesme Hızına Göre Varyans Analizi

Ağaç türü ve kesme hızının ikili varyans analizi sonuçları çizelge 5.22’de verilmiştir.

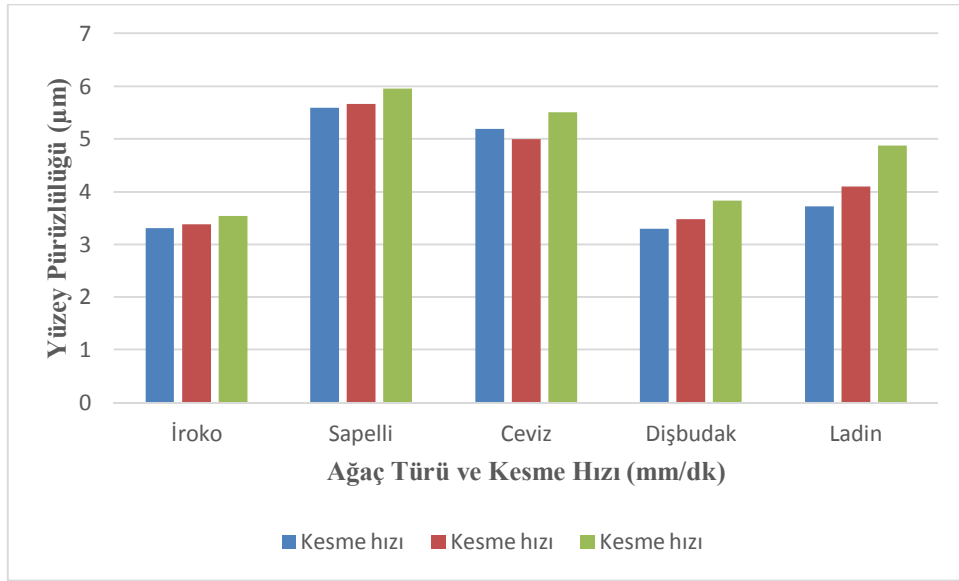
Çizelge 5.22. Ağaç türü ve kesme hızının ikili varyans analizi sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Ağaç Türü*Kesme Hızı	Ra	28,4	8	3,6	6,0	0,000
	Ry	4642,3	8	580,3	8,1	0,000
	Rz	1744,0	8	218,0	5,7	0,000

Çizelge 5.22’de ağaç türlerinin kendi içlerinde kesme hızına göre yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasındaki farklar varyans analizi ile test edilmiş ve üç farklı yüzey pürüzlülüğü parametresi için de anlamlı farklar oluşmuştur. Ağaç türlerinin farklı kesme hızlarına göre oluşan ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) çizelge 5.23’de verilmiştir.

Çizelge 5.23. Ağaç türlerine göre farklı kesme hızlarında oluşan yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri.

Yüzey Pürüzlülüğü (μm)		Kesme Hızı (mm/dk.)		
		3000	6000	9000
Ağaç Türü	İroko	3,31	3,38	3,54
	Sapelli	5,59	5,66	5,95
	Ceviz	5,19	5,00	5,51
	Dişbudak	3,30	3,48	3,83
	Ladin	3,72	4,10	4,88



Şekil 5.4. Ağaç türlerine göre farklı kesme hızlarında yüzey pürüzlülük değerlerinin değişimi.

Çizelge 5.23'te görüldüğü gibi İroko, Sapelli, Dişbudak ve Ladin odunu için en düzgün yüzey 3000 mm/dk'da işlem görmüş örneklerde oluşmuş, sadece Ceviz odunu örneklerinde 6000 mm/dk kesme hızında en düzgün yüzeyler elde edilmiştir.

5.1.6.4. Bıçak Çapı ve Devir Hızına Göre Varyans Analizi

Bıçak çapı ve devir hızının ikili varyans analizi sonuçları çizelge 5.24'te verilmiştir.

Çizelge 5.24. Bıçak çapı ve devir hızının ikili varyans analizi sonuçları.

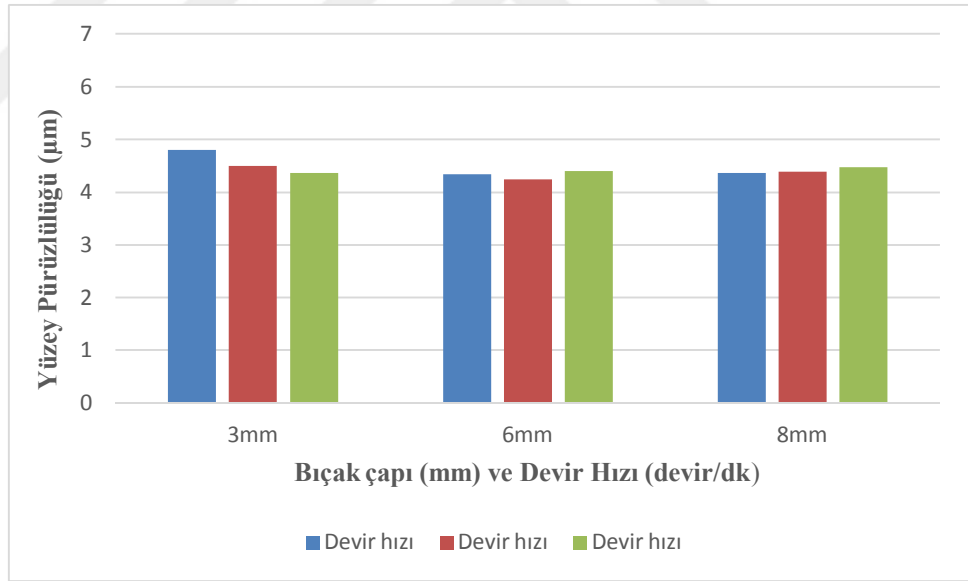
		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamanın Karesi	F	Önem Düzeyi
Bıçak Çapı*Devir Hızı	Ra	14,0	4	3,5	5,9	0,000
	Ry	1103,2	4	275,8	3,8	0,000
	Rz	838,6	4	209,7	5,5	0,000

Çizelge 5.24'te bıçak çapı ve devir hızına göre yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasındaki farklar varyans analizi ile test edilmiş ve üç farklı yüzey pürüzlülüğü parametresi için de anlamlı farklar oluşmuştur. Bıçak çapı ve devir hızına göre oluşan ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) çizelge 5.25'de verilmiştir.

Çizelge 5.25. Bıçak çapı ve devir hızına göre oluşan yüzey pürüzlülük değerleri ortalamaları.

Bıçak Çapı (mm)	3			6			8		
Devir Hızı (d/dk)	12000	15000	18000	12000	15000	18000	12000	15000	18000
Ortalama Ra (µm)	4,80	4,50	4,36	4,34	4,24	4,40	4,36	4,39	4,47

Çizelge 5.25'deki ortalamalara göre 3mm çaplı bıçak için en uygun yüzeyler yüksek devir hızında (18000 d/dk) işlem gören örneklerde elde edilirken, 6 mm çaplı bıçak için orta devir hızında ve 8 mm çaplı bıçaklar için de düşük devir hızında (12000 d/dk) işlem gören örneklerden elde edilmiştir.



Şekil 5.5. Bıçak çapının farklı devir hızlarına göre pürüzlülük değerleri.

5.1.6.5. Bıçak Çapı ve Kesme Hızına Göre Varyans Analizi

Bıçak çapı ve kesme hızına göre ikili varyans analizi sonuçları çizelge 5.26'da verilmiştir.

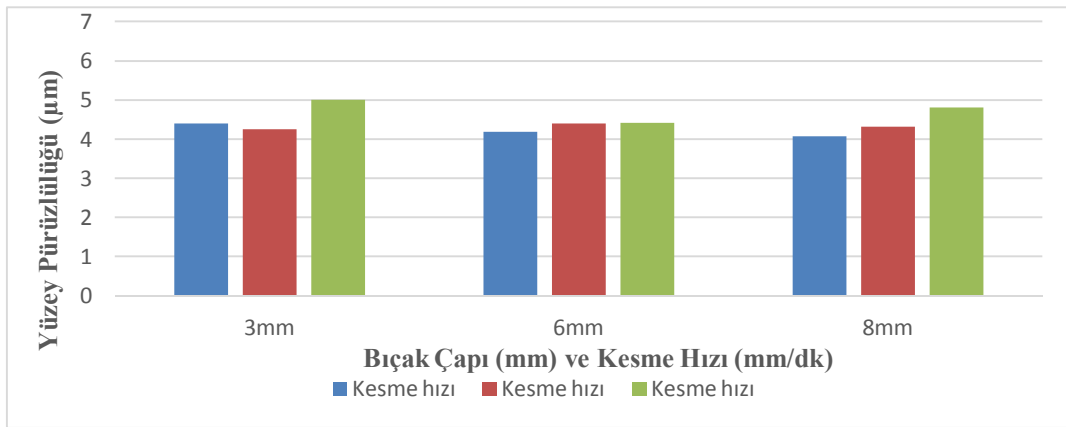
Çizelge 5.26. Bıçak çapı ve kesme hızına göre ikili varyans analizi sonuçları.

		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamanın karesi	F	Önem Düzeyi
Bıçak çapı*kesme hızı	Ra	25,9	4	6,5	11,0	0,000
	Ry	2480,8	4	620,2	8,6	0,000
	Rz	1066,8	4	266,7	7,0	0,000

Çizelge 5.26’da bıçak çapı ve kesme hızına göre yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasındaki farklar varyans analizi ile test edilmiş ve üç farklı yüzey pürüzlülüğü parametresi için de anlamlı farklar oluşmuştur. Bıçak çapı ve kesme hızına göre oluşan ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) çizelge 5.27’de verilmiştir.

Çizelge 5.27. Bıçak çapı ve kesme hızına göre oluşan yüzey pürüzlülük değerleri ortalamaları.

Bıçak çapı (mm)	3			6			8		
Kesme Hızı (mm/dk)	3000	6000	9000	3000	6000	9000	3000	6000	9000
Ra (μm)	4,40	4,26	5,01	4,18	4,40	4,41	4,08	4,32	4,81



Şekil 5.6. Bıçak çapının farklı kesme hızlarına göre pürüzlülük değerleri.

Çizelge 5.27’de 3 mm çaplı bıçak ile işlem gören örneklerin 6000 mm/dk’lık kesme hızında yüzey pürüzlülüğü açısından daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmektedir. 6 mm ve 8 mm çaplı bıçak ile işlem gören örneklerin ise düşük kesme hızında (3000 mm/dk) daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

5.1.6.6. Kesme Hızı ve Devir Hızına Göre Varyans Analizi

Kesme hızı ve devir hızına göre ikili varyans analizi sonuçları çizelge 5.28’de verilmiştir.

Çizelge 5.28. Kesme hızı ve devir hızına göre ikili varyans analizi sonuçları.

		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamanın karesi	F	Önem Düzeyi
Kesme Hızı*Devir Hızı	Ra	21,6	4	5,4	9,1	0,00
	Ry	1004,4	4	251,1	3,5	0,00
	Rz	696,3	4	174,1	4,6	0,00

Çizelge 5.28’de kesme hızı ve devir hızına göre yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasındaki farklar varyans analizi ile test edilmiş ve üç farklı yüzey pürüzlülüğü parametresi için de anlamlı farklar oluşmuştur. Kesme hızı ve devir hızına göre oluşan ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) çizelge 5.29’da verilmiştir.

Çizelge 5.29. Kesme hızı ve devir hızına göre oluşan yüzey pürüzlülük değerleri ortalamaları.

Kesme Hızı (mm/dk)	3000			6000			9000		
Devir Hızı (d/dk)	12000	15000	18000	12000	15000	18000	12000	15000	18000
Ra (µm)	4,36	4,16	4,99	4,17	4,34	4,63	4,14	4,48	4,63

Çizelge 5.29’da düşük kesme hızı için orta devir hızında, orta ve yüksek kesme hızları içinse düşük devir hızlarında daha düzgün yüzeyler elde edildiği görülmektedir.

5.1.7. Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Üçlü ve Dörtlü Değişkene Göre Varyans Analizleri

Yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin üçlü ve dörtlü varyans analiz sonuçları çizelge 5.30'da verilmiştir.

Çizelge 5.30. Üçlü ve dörtlü faktöre göre varyans analizi sonuçları.

		Kareler toplamı	S. D.	Ortalamanın karesi	F	Önem Düzeyi
Ağaç Türü*Bıçak Çapı*Devir Hızı	Ra	67,9	16	4,2	7,2	0,000
	Ry	6597,0	16	412,3	5,7	0,000
	Rz	3003,3	16	187,7	4,9	0,000
Ağaç Türü*Bıçak Çapı*Kesme Hızı	Ra	76,6	16	4,8	8,1	0,000
	Ry	6633,4	16	414,6	5,8	0,000
	Rz	3436,9	16	214,8	5,6	0,000
Ağaç Türü*Kesme Hızı*Devir Hızı	Ra	38,0	16	2,4	4,0	0,000
	Ry	5956,6	16	372,3	5,2	0,000
	Rz	2071,2	16	129,4	3,4	0,000
Bıçak Çapı*Kesme Hızı*Devir Hızı	Ra	33,7	8	4,2	7,1	0,000
	Ry	4535,0	8	566,9	7,9	0,000
	Rz	1477,3	8	184,7	4,8	0,000
Ağaç Türü*Bıçak Çapı*Kesme Hızı*Devir Hızı	Ra	132,2	32	4,1	7,0	0,000
	Ry	13224,3	32	413,3	5,7	0,000
	Rz	6752,7	32	211,0	5,5	0,000

Çizelge 5.30'da bütün faktörlerin etkisine göre yüzey pürüzlülük ortalama değerleri arasındaki farklar varyans analizi ile test edilmiş ve üç farklı yüzey pürüzlülüğü parametresi için de anlamlı farklar oluşmuştur.

5.2. ISLANABİLİRLİK İLE İLGİLİ BULGULAR

Aşağıdaki Çizelge 5.31’de ağaç türü ve diğer parametrelere göre oluşan ıslanabilirlik için ölçülen temas açılarının ortalama varyans analizi sonuçları verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere kesme hızının tek başına ıslanabilirlik üzerine etkisinin olmadığı (sig. 0,898), bıçak türü ve kesme hızının aynı anda etkisinin olmadığı (önem düzeyi: 0,555) ve bıçak türü, devir hızı ve kesme hızının üçlü etkisinin olmadığı (önem düzeyi: 0,373) belirlenmiştir.

Çizelge 5.31. Ağaç türü ve diğer parametrelere göre ıslanabilirlik değerlerinin varyans analizi sonuçları.

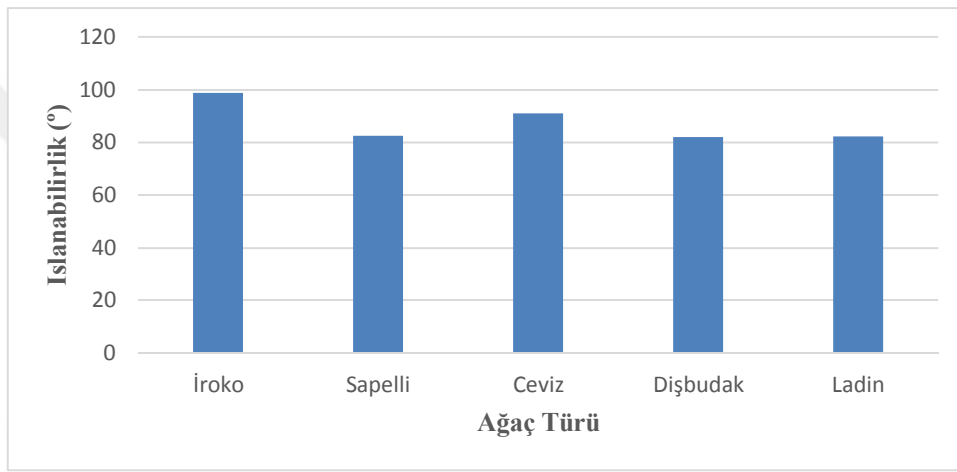
	Kareler Toplamı	S. D.	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Ağaç Türü	30216,3	4	7554,1	212,9	0,000
Bıçak Çapı	271,5	2	135,7	3,8	0,000
Devir Hızı	841,7	2	420,9	11,9	0,000
Kesme Hızı	7,6	2	3,8	0,1	0,900
Ağaç Türü * Bıçak Çapı	3350,3	8	418,8	11,8	0,000
Ağaç Türü * Devir Hızı	1419,3	8	177,4	5,0	0,000
Ağaç Türü * Kesme Hızı	760,9	8	95,1	2,7	0,000
Bıçak Çapı * Kesme Hızı	690,5	4	172,6	4,9	0,000
Bıçak Çapı * Devir Hızı	107,1	4	26,8	0,8	0,600
Devir Hızı * Kesme Hızı	367,0	4	91,8	2,6	0,000
Ağaç Türü * Bıçak Çapı * Kesme	2080,2	16	130,0	3,7	0,000
Ağaç Türü * Bıçak Çapı * Devir	1221,5	16	76,3	2,2	0,000
Ağaç Türü * Kesme Hızı * Devir	1062,1	16	66,4	1,9	0,000
Bıçak* Kesme* Devir	307,6	8	38,5	1,1	0,400
Ağaç Türü* Bıçak* Kesme* Devir	2053,0	32	64,2	1,8	0,000

5.2.1. Ağaç Türüne Göre Ortalama İslanabilirlik Değerleri

Ağaç türlerine göre ortalama ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.32’de verilmiştir.

Çizelge 5.32. Ağaç türlerine göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.

	Ağaç türü				
	İroko	Sapelli	Ceviz	Dişbudak	Ladin
İslanabilirlik (°)	98,85	82,44	90,95	81,99	82,27



Şekil 5.7. Ağaç türüne göre ıslanabilirlik değerleri.

Çizelge 5.32’de 5 farklı ağaç türü örneklerinin ıslanabilirlik değerlerinin ortalamaları verilmiştir. Buna göre en yüksek ıslanabilirlik ortalaması İroko örneklerinde ölçülmüştür. En düşük ıslanabilirlik ortalaması ise dişbudak örneklerinde ölçülmüştür. Ağaç türüne göre oluşan ıslanabilirlik ortalama değerlerinin varyans analizi sonuçlarına göre anlamlı fark bulunmuştur. Buna göre yapılan homojenlik testi sonucunda oluşan gruplar aşağıdaki Çizelge 5.33’te verilmiştir. Dişbudak, Ladin ve Sapelli örneklerinin ıslanabilirlik ortalamaları en düşük grupta toplanmış, Ceviz örnekleri 2. grubu oluşturmuş ve İroko örneklerinin ortalamaları da en kötü ıslanabilirlik grubunu oluşturmuştur.

Çizelge 5.33. Ağaç türüne göre ıslanabilirlik değerlerinin homojenlik testi.

Ağaç Türü	N	Gruplar		
		1	2	3
Dişbudak	135	81,99		
Ladin	135	82,27		
Sapelli	135	82,44		
Ceviz	135		90,95	
İroko	135			98,85
Önem düzeyi		0,56	1,00	1,00

5.2.2. Bıçak Çapına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri

Bıçak çapına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.34'te verilmiştir.

Çizelge 5.34. Bıçak çapına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.

	Bıçak Çapı (mm)		
	3	6	8
Islanabilirlik (°)	87,36	86,49	88,04

Çizelge 5.34'de görüldüğü üzere ıslanabilirlik ortalama değerleri üç farklı bıçak çapı için de birbirine yakın değerler olarak ölçülmüştür. Yukarıdaki varyans çizelgesinde (çizelge 5.31) Bıçak çapına göre oluşan ıslanabilirlik değerleri arasında anlamlı fark olduğu belirtilmişti. Çizelge 5.35'deki homojenlik test sonucuna göre 6 mm çaplı ve 3 mm çaplı bıçak ile yapılan işlemler sonucunda oluşan ıslanabilirlik değerleri 1. grubu oluştururken, 8 mm çaplı ve 3 mm çaplı bıçakla oluşan ortalamalar da 2. grubu oluşturmaktadır. Buna göre 6 mm çaplı bıçakla işlem gören örneklerin ıslanabilirliği, 8mm çaplı bıçakla işlem gören örneklerden daha iyidir denilebilir.

Çizelge 5.35. Bıçak çapına göre ıslanabilirlik değerlerinin homojenlik testi.

Bıçak (mm)	N	Gruplar	
		1	2
6	225	86,49	
3	225	87,36	87,36
8	225		88,04
Önem düzeyi		0,12	0,22

5.2.3. Devir Hızına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri

Devir hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.36’da verilmiştir.

Çizelge 5.36. Devir hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.

	Devir Hızı (devir/dk)		
	12000	15000	18000
Islanabilirlik (°)	85,85	88,56	87,49

Çizelge 5.36’da görüldüğü üzere ıslanabilirlik ortalama değerleri üç farklı devir hızı için de varyans analizine göre farklı değerler olarak ölçülmüştür. Yukarıdaki varyans çizelgesinde de (çizelge 5.31) görüleceği üzere devir hızına göre oluşan ıslanabilirlik değerleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Buna göre yapılan homojenlik testi sonucunda oluşan gruplar aşağıdaki çizelge 5.37’da verilmiştir.

Çizelge 5.37. Devir hızına göre ıslanabilirlik değerlerinin homojenlik testi.

Devir hızı (d/dk)	N	Subset	
		1	2
12000	225	85,85	
15000	225		87,49
18000	225		88,56
Önem düzeyi		1,00	0,06

Çizelge 5.37'deki gruplara bakıldığında devir hızının ıslanabilirlik üzerindeki etkisi görülebilir. Düşük devir hızında daha iyi ıslanabilirlik değerleri ölçülürken devir hızının orta ve yüksek olması ıslanabilirlik değerlerini artırdığı belirlenmiştir.

5.2.4. Kesme Hızına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri

Kesme hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.38'de verilmiştir.

Çizelge 5.38. Kesme hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.

	Kesme Hızı (mm/dk)		
	3000	6000	9000
Islanabilirlik (°)	87,23	87,45	87,21

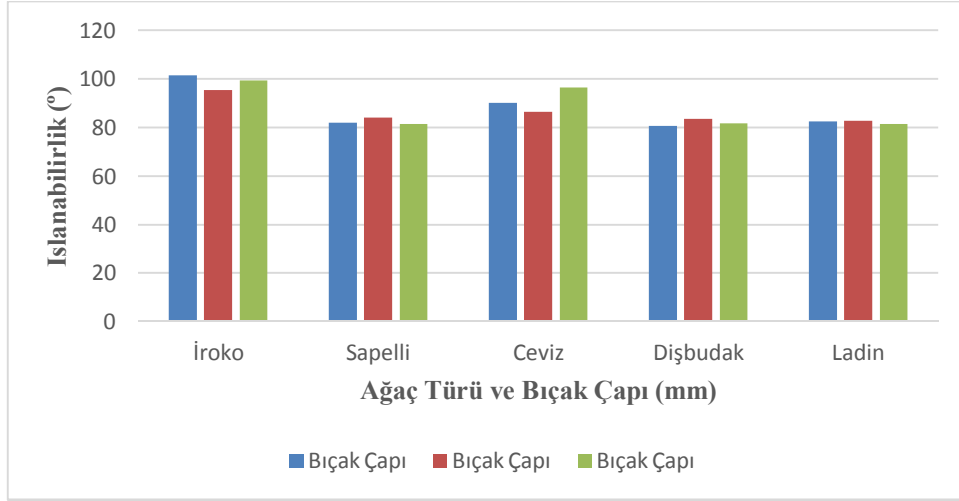
Çizelge 5.38'de görüldüğü üzere ıslanabilirlik ortalama değerleri üç farklı kesme hızı için de birbirine yakın değerler olarak ölçülmüştür. Yukarıdaki varyans çizelgesinden de (çizelge 5.31) görüleceği üzere kesme hızına göre oluşan ıslanabilirlik değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Kesme hızının değerlerindeki değişikliğin ıslanabilirlik üzerinde tek başına anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

5.2.5. Ağaç Türü ve Bıçak Çapına Göre Ortalama Islanabilirlik Değerleri

Ağaç türü ve bıçak çapına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.39'da verilmiştir.

Çizelge 5.39. Ağaç türü ve bıçak çapına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.

Islanabilirlik (°)		Bıçak Çapı (mm)		
		3	6	8
Ağaç Türü	İroko	101,57	95,55	99,42
	Sapelli	81,89	84,09	81,34
	Ceviz	90,07	86,34	96,44
	Dişbudak	80,75	83,60	81,61
	Ladin	82,52	82,89	81,40



Şekil 5.8. Ağaç türlerinin Bıçak çapına göre ıslanabilirlik değerleri.

Çizelge 5.39’da görüldüğü gibi Sapelli ve Ladin örneklerinde en iyi ıslanabilirlik değerleri 8 mm çaplı bıçakla işlem gören örneklerden elde edilirken, İroko ve Ceviz örneklerinde 6 mm çaplı bıçakla, Dişbudak örneklerinde ise 3 mm çaplı bıçakla işlem gören örneklerden elde edilmiştir.

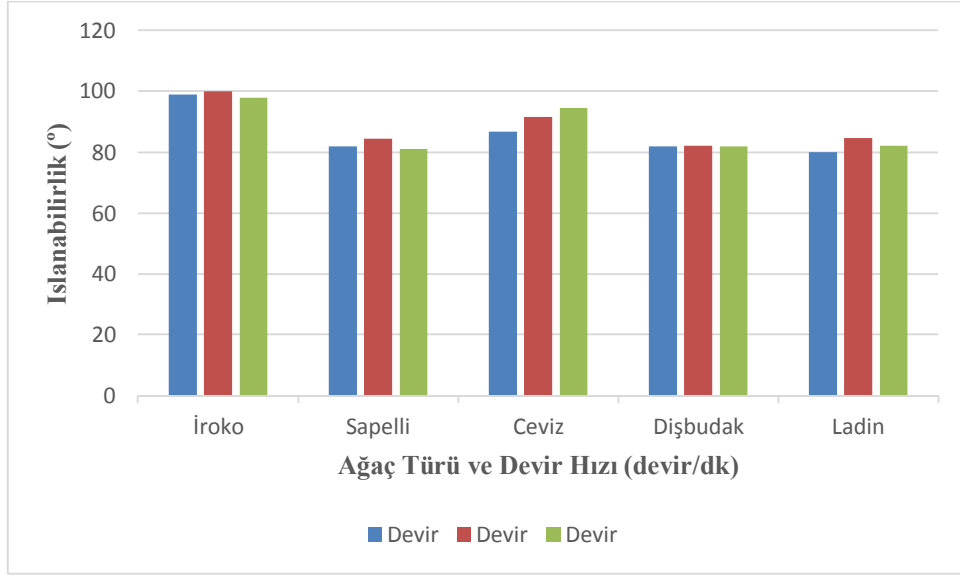
5.2.6. Ağaç Türü ve Devir Hızına Göre Ortalama Işlanabilirlik Değerleri

Ağaç türü ve devir hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.40’ta verilmiştir.

Çizelge 5.40. Ağaç türü ve devir hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.

Işlanabilirlik (°)		Devir Hızı (devir/dk)		
		12000	15000	18000
Ağaç Türü	İroko	98,87	99,88	97,79
	Sapelli	81,79	84,49	81,05
	Ceviz	86,71	91,65	94,50
	Dişbudak	81,82	82,20	81,94
	Ladin	80,05	84,60	82,16

Çizelge 5.40’daki verilere göre İroko ve Sapelli örneklerinde en iyi ıslanabilirlik değerleri 18000 d/dk devir hızında elde edilirken, Ceviz, Dişbudak ve Ladin örneklerinde 12000 d/dk devir hızında elde edilmiştir.



Şekil 5.9. Ağaç türlerinin devir hızlarına göre ıslanabilirlik değerleri.

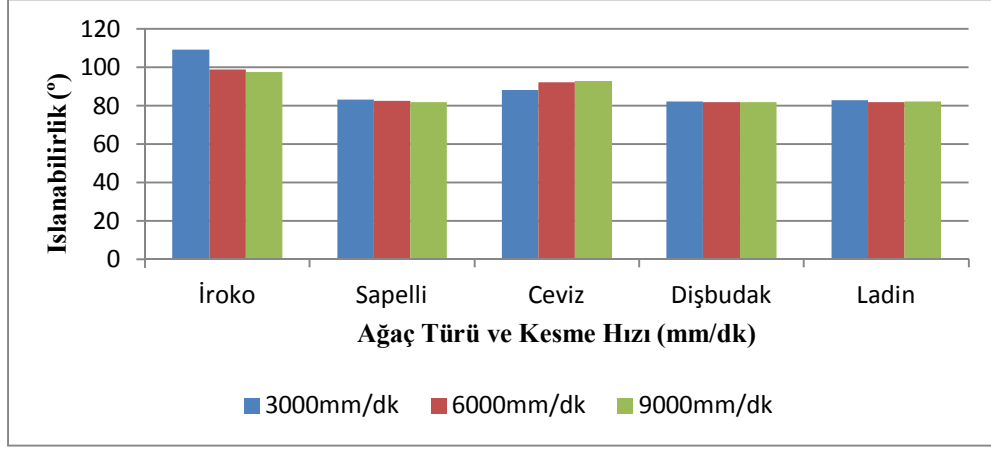
5.2.7. Ağaç Türü ve Kesme Hızına Göre Ortalama İslanabilirlik Değerleri

Ağaç türü ve kesme hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.41’de verilmiştir.

Çizelge 5.41. Ağaç türü ve kesme hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.

İslanabilirlik (°)		Kesme Hızı (mm/dk)		
		3000	6000	9000
Ağaç Türü	İroko	109,09	98,92	97,53
	Sapelli	83,02	82,48	81,82
	Ceviz	88,10	91,98	92,78
	Dişbudak	82,09	81,92	81,94
	Ladin	82,87	81,94	82,00

Çizelge 5.41’e göre İroko ve Sapelli örneklerinde en iyi ıslanabilirlik değerleri 9000 mm/dk kesme hızında elde edilirken, Ceviz örneklerinde 3000 mm/dk kesme hızında, Dişbudak ve ladin örneklerinde ise 6000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir.



Şekil 5.10. Ağaç türü ve Kesme hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.

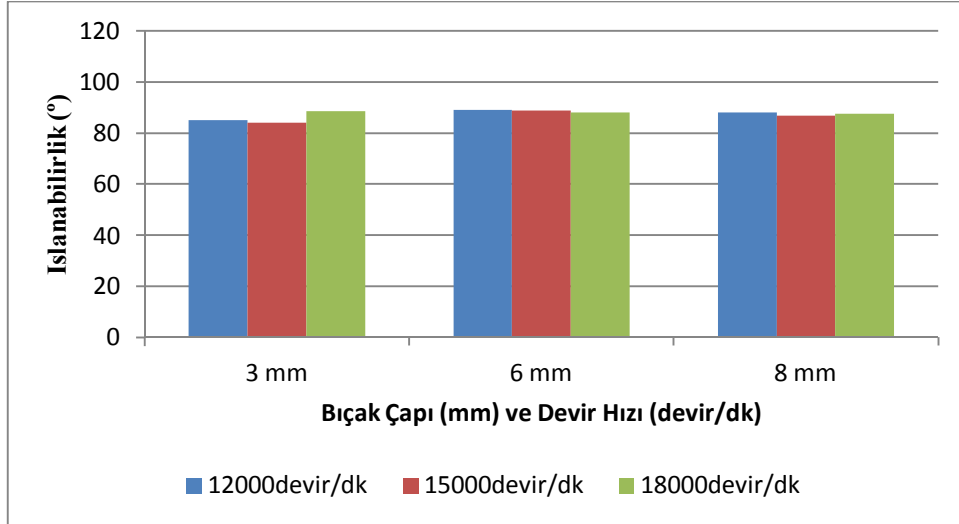
5.2.8. Bıçak Çapı ve Devir Hızına Göre Ortalama İslanabilirlik Değerleri

Bıçak çapı ve kesme hızına göre ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.42’de verilmiştir.

Çizelge 5.42. Bıçak çapı ve kesme hızına göre ıslanabilirlik değerleri.

İslanabilirlik (°)		Devir Hızı (devir/dk)		
		12000	15000	18000
Bıçak Çapı (mm)	3	85,00	88,96	88,11
	6	83,98	88,69	86,81
	8	88,55	88,04	87,54

Çizelge 5.42’deki değerler incelendiğinde, 3 mm ve 6 mm’lik bıçakla işlem gören örneklerin düşük devir hızında (12000 d/dk) diğer devir hızlarına göre daha iyi ıslanabilirlik sonuçları verdiği, 8 mm’lik bıçakla işlem gören örneklerin ise yüksek devir hızında (18000 d/dk) daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.



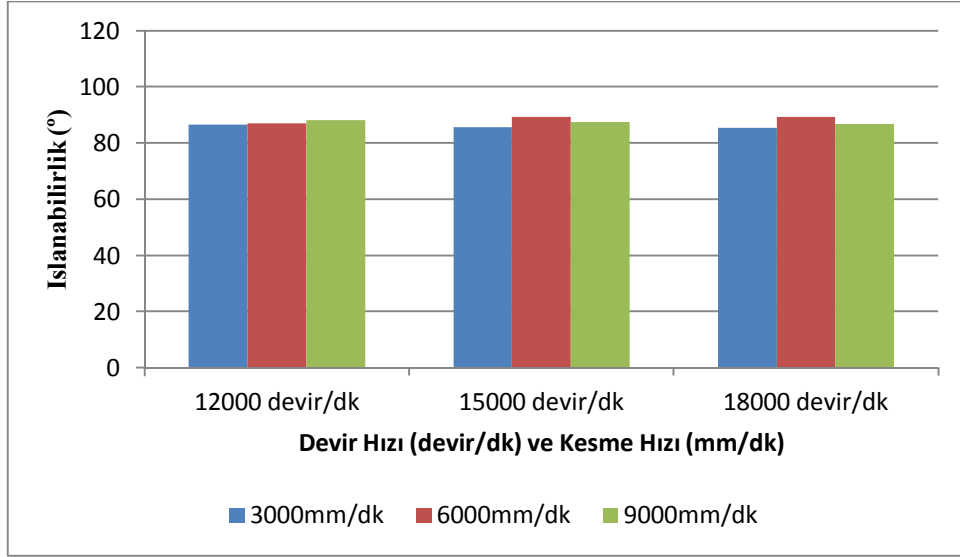
Şekil 5.11. Bıçak çapı ve devir hızına göre ıslanabilirlik değerleri

5.2.9. Devir Hızı ve Kesme Hızına Göre Ortalama Işlanabilirlik Değerleri

Çizelge 5.43’de devir hızı ve kesme hızına göre ıslanabilirlik değerlerinin ortalamaları verilmiştir. Buna göre 12000 d/dk ve 18000 d/dk’lik devir hızlarında işlem gören örneklerin ıslanabilirlik değerleri yüksek kesme hızında daha iyi sonuçlar verirken, 15000 d/dk’lik devir hızında işlem gören örnekler düşük kesme hızında daha iyi ıslanabilirlik sonuçları vermiştir.

Çizelge 5.43. Devir hızı ve Kesme hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri.

Işlanabilirlik (°)		Kesme Hızı (mm/dk)		
		3000	6000	9000
Devir Hızı (devir/dk)	12000	86,45	85,67	85,41
	15000	87,04	89,25	89,39
	18000	88,20	87,42	86,84



Şekil 5.12. Devir hızı ve Kesme hızına göre ortalama ıslanabilirlik değerleri

5.2.10. Çoklu Değişkenlere Göre En Uygun İslanabilirlik Değerleri

5.2.10.1. İroko Türüne Göre En Uygun İslanabilirlik Değerleri

İroko örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.44'te verilmiştir.

Çizelge 5.44. İroko örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri.

Bıçak Çapı (mm)	Devir Hızı (devir/dk)	Kesme Hızı (mm/dk)	İslanabilirlik (°)
3 mm	12000	3000	103,16
		6000	101,10
		9000	96,36
	15000	3000	102,34
		6000	102,12
		9000	104,94
	18000	3000	104,74
		6000	99,14
		9000	100,22
6 mm	12000	3000	94,24
		6000	96,08
		9000	96,60
	15000	3000	95,72
		6000	98,82

	18000	9000	98,86
		3000	92,74
		6000	94,40
		9000	92,48
8 mm	12000	3000	104,80
		6000	98,98
		9000	98,48
	15000	3000	102,96
		6000	98,98
		9000	94,22
	18000	3000	100,08
		6000	100,66
		9000	95,62

Çizelge 5.44'deki verilere göre İroko örneklerinin en uygun ıslanabilirlik temas açıları 3 mm bıçakla işlem görenlerde 12000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızında; 6 mm bıçakla işlem görenlerde 18000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızında ve 8 mm bıçakla işlem görenlerde ise 15000 d/dk ve yine 9000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir.

5.2.10.2. Sapelli Türüne Göre En Uygun Islanabilirlik Değerleri

Sapelli örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.45'de verilmiştir.

Çizelge 5.45. Sapelli örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri.

Bıçak Çapı (mm)	Devir Hızı (devir/dk)	Kesme Hızı (mm/dk)	Islanabilirlik (°)
3 mm	12000	3000	79,88
		6000	79,20
		9000	84,26
	15000	3000	82,64
		6000	88,48
		9000	83,42
	18000	3000	82,48
		6000	81,64
		9000	75,04

6 mm	12000	3000	78,26
		6000	88,42
		9000	83,06
	15000	3000	88,32
		6000	82,88
		9000	87,74
	18000	3000	86,30
		6000	80,94
		9000	80,92
8 mm	12000	3000	86,80
		6000	77,78
		9000	78,42
	15000	3000	81,92
		6000	83,82
		9000	81,16
	18000	3000	80,58
		6000	79,18
		9000	82,38

Çizelge 5.45'deki verilere göre Sapelli örneklerinin en uygun ıslanabilirlik açıları 3 mm bıçakla işlem görenlerde 18000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızında; 6 mm bıçakla işlem görenlerde 12000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızında ve 8 mm bıçakla işlem görenlerde ise 12000 d/dk ve 6000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir.

5.2.10.3. Ceviz Türüne Göre En Uygun Islanabilirlik Değerleri

Ceviz örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.46'da verilmiştir.

Çizelge 5.46. Ceviz örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri.

Bıçak Çapı (mm)	Devir Hızı (devir/dk)	Kesme Hızı (mm/dk)	Islanabilirlik (°)
3 mm	12000	3000	78,68
		6000	87,48
		9000	85,84
	15000	3000	82,22
		6000	87,76

	18000	9000	98.75
		3000	97.34
		6000	95.92
		9000	96.68
6 mm	12000	3000	75.00
		6000	78.48
		9000	75.96
	15000	3000	86.98
		6000	91.50
		9000	92.70
	18000	3000	90.18
		6000	96.68
		9000	89.60
8 mm	12000	3000	94.76
		6000	101.42
		9000	102.76
	15000	3000	92.04
		6000	96.82
		9000	96.06
	18000	3000	95.70
		6000	91.74
		9000	96.68

Çizelge 5.46'daki verilere göre Ceviz örneklerinin en uygun ıslanabilirlik açıları 3 mm bıçakla işlem görenlerde 12000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızında; 6 mm bıçakla işlem görenlerde 12000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızında ve 8 mm bıçakla işlem görenlerde ise 18000 d/dk ve 6000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir.

5.2.10.4. Dişbudak Türüne Göre En Uygun Islanabilirlik Değerleri

Dişbudak örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.47'de verilmiştir.

Çizelge 5.47. Dişbudak örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri.

Bıçak Çapı (mm)	Devir Hızı (devir/dk)	Kesme Hızı (mm/dk)	Islanabilirlik (°)
3 mm	12000	3000	87,46
		6000	77,78
		9000	77,70
	15000	3000	77,70
		6000	85,38
		9000	82,86
	18000	3000	79,34
		6000	78,28
		9000	80,22
6 mm	12000	3000	89,22
		6000	77,66
		9000	82,54
	15000	3000	83,08
		6000	85,06
		9000	85,86
	18000	3000	83,14
		6000	81,62
		9000	84,18
8 mm	12000	3000	83,90
		6000	81,28
		9000	78,80
	15000	3000	74,30
		6000	82,54
		9000	82,98
	18000	3000	80,68
		6000	87,72
		9000	82,32

Çizelge 5.47’deki verilere göre Dişbudak örneklerinin en uygun ıslanabilirlik açıları 3 mm bıçakla işlem görenlerde 12000 d/dk devir hızı ve 9000 mm/dk kesme ve 15000 d/dk devir hızı ve 3000 mm/dk kesme hızında; 6 mm bıçakla işlem görenlerde 12000 d/dk devir hızında ve 6000 mm/dk kesme hızında ve 8 mm bıçakla işlem görenlerde ise 15000 d/dk ve 3000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir.

5.2.10.5. Ladin Türüne Göre En Uygun İslanabilirlik Değerleri

Ladin örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri çizelge 5.48’de verilmiştir.

Çizelge 5.48. Ladin örnekleri için 3 değişkene göre ıslanabilirlik değerleri.

Bıçak Çapı (mm)	Devir Hızı (devir/dk)	Kesme Hızı (mm/dk)	İslanabilirlik (°)
3 mm	12000	3000	81.62
		6000	78.067
		9000	76.48
	15000	3000	87.96
		6000	83.24
		9000	84.60
	18000	3000	83.56
		6000	78.94
		9000	88.18
6 mm	12000	3000	83.22
		6000	81.94
		9000	79.02
	15000	3000	80.26
		6000	88.18
		9000	84.34
	18000	3000	84.62
		6000	88.22
		9000	76.18
8 mm	12000	3000	75.82
		6000	79.46
		9000	84.86
	15000	3000	87.20
		6000	83.16
		9000	82.42
	18000	3000	81.54
		6000	76.24
		9000	81.92

Çizelge 5.48’deki verilere göre Ladin örneklerinin en uygun ıslanabilirlik temas açıları 3 mm bıçakla işlem görenlerde 12000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızında; 6 mm bıçakla işlem görenlerde 18000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızında ve

8 mm bıçakla işlem görenlerde ise 12000 d/dk ve 3000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir.

5.3. ELEKTRİK TÜKETİMİ VE İŞLEM SÜRESİ İLE İLGİLİ BULGULAR

Örnek gruplarının CNC ile işlem gördüğü sırada belirli kriterlere göre işlem süreleri ve harcanan elektrik miktarı ayrı ayrı ölçülmüştür. Birim zaman başına elektrik tüketimi incelendiğinde aşağıdaki çizelge 5.49’da görülen değerler elde edilmiştir.

Çizelge 5.49. Araştırma kriterlerine göre birim zamanda tüketilen enerji ortalamaları.

Kriter	Parametre	Tüketilen Enerji (Kw/h)
Ağaç türü	İroko	7,89
	Sapelli	8,00
	Ceviz	8,15
	Dişbudak	8,23
	Ladin	7,85
Bıçak çapı (mm)	3	7,63
	6	8,03
	8	8,41
Devir hızı (devir/dk)	12000	8,08
	15000	8,02
	18000	7,97
Kesme hızı (mm/dk)	3000	8,07
	6000	8,04
	9000	7,96

Çizelge 5.49’daki veriler incelendiğinde ağaç türü olarak dişbudak ve ceviz örneklerinin işlenirken diğer ağaç türlerine göre daha fazla elektrik tüketimine neden olduğu görülmektedir. Bıçak çapı olarak 8 mm çaplı bıçakla işlem görenler daha ince uçlu bıçaklara göre birim zamanda daha fazla elektrik tükettiği görülmektedir. Devir hızı ve kesme hızının üç farklı seviyede de birbirine yakın elektrik tüketimine neden oldukları görülmektedir.

Bu farklılıkların istatistiksel olarak anlam ifade edip etmediğine varyans analizi ile bakıldığında aşağıdaki çizelge 5.50’de veriler elde edilmektedir.

Çizelge 5.50. Elektrik tüketiminin kriterlere göre varyans analizi.

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Ağaç türü	2,88	4	0,72	.	.
Bıçak	13,74	2	6,87	.	.
Devir	0,29	2	0,14	.	.
Kesme	0,26	2	0,13	.	.
Ağaç Türü * Bıçak	4,40	8	0,55	.	.
Ağaç Türü * Devir	0,79	8	0,10	.	.
Ağaç Türü * Kesme	0,87	8	0,11	.	.
Bıçak * Devir	0,61	4	0,15	.	.
Bıçak * Kesme	0,28	4	0,07	.	.
Devir * Kesme	0,44	4	0,11	.	.
Ağaç Türü * Bıçak * Devir	2,38	16	0,15	.	.
Ağaç Türü * Bıçak * Kesme	1,76	16	0,11	.	.
Ağaç Türü * Devir * Kesme	2,1	16	0,13	.	.
Bıçak * Devir * Kesme	0,81	8	0,10	.	.
Ağaç Türü * Bıçak * Devir * Kesme	2,6	32	0,08	.	.

Çizelge 5.50’deki varyans analizi sonucunda da görüleceği üzere birim zamandaki elektrik tüketimi verilerine bu 4 faktörden birkaçının etkisiz olduğu ve bu nedenle de hesap yapılmadığı görülmektedir. İstatistiğe etkisi olmayan faktörlerden bir tanesi (kesme hızı) çıkarılarak devam edildiğinde Çizelge 5.51’deki sonuçlar elde edilmektedir. Çizelge 5.51’deki sonuçlarda görüldüğü gibi birim zamandaki elektrik tüketimine ağaç türü ve bıçak çapının tek başlarına ve ağaç türü-bıçak çapının ikili olarak etki ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 5.51. Elektrik tüketiminin bazı kriterlere göre varyans analizi devam sonuçları.

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Ağaç türü	2,88	4	0,72	7,11	0,000
Bıçak	13,74	2	6,870	67,72	0,000
Devir	0,29	2	0,14	1,41	0,250
Ağaç Türü * Bıçak	4,40	8	0,55	5,42	0,000
Ağaç Türü * Devir	0,79	8	0,10	0,98	0,460
Bıçak * Devir	0,61	4	0,15	1,50	0,210
Ağaç Türü * Bıçak * Devir	2,38	16	0,15	1,47	0,130

Çizelge 5.50 ve 51'deki sonuçlarının ne derece anlam ifade ettiğine bakılacak olursa, ağaç türü için Çizelge 5.52'deki homojenlik testi sonucunda ladin, iroko ve sapelli örneklerinin diğer 2 ağaç türünden birim zamanda daha az elektrik tüketimine neden olduğu görülmektedir. Ceviz ve dişbudak örnekleri işleme sırasında birim zamanda daha fazla elektrik tüketmiştir.

Çizelge 5.52. Ağaç türüne göre elektrik tüketiminin homojenlik testi sonuçları.

Ağaç türü	N	Gruplar		
		1	2	3
5	27	7,85		
1	27	7,89		
2	27	8,00	8,00	
3	27		8,15	8,15
4	27			8,23
Önem Düzeyi		0,12	0,08	0,39

Elektrik tüketimine etkisi bakımından kullanılan bıçaklarının çaplarına göre ne derece etkili olduklarına Çizelge 5.52'deki duncan sonuçlarına göre bakıldığında; 3 mm çaplı bıçakla işlem yaparken diğer bıçaklara göre birim zamanda daha az elektrik tüketilmektedir. Birim zamandaki elektrik tüketiminin kesici bıçak çapı ile doğru orantılı olarak arttığı Çizelge 5.53'de görülmektedir.

Çizelge 5.53. Bıçak çapına göre elektrik tüketiminin homojenlik testi sonuçları.

Bıçak	N	Gruplar		
		1	2	3
1	45	7,63		
2	45		8,03	
3	45			8,41
Önem Düzeyi		1,00	1,00	1,00

Elektrik tüketimi, parçayı işlemek için harcanan elektrik miktarı ve geçen süre bakımından incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Ağaç türleri arasında harcanan elektrik miktarı ve geçen süre bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çizelge 5.54’te ağaç türleri ile elektrik miktarı ve geçen süre arasında yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 5.54. Ağaç türlerinin harcanan elektrik ve geçen süre ile arasındaki ilişki.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Elektrik	Gruplar	250,10	4	62,53	0,02	1,000
	Gruplar İçi	420465,11	130	3234,35		
	Toplam	420715,22	134			
Süre	Gruplar	1,48	4	0,37	0,00	1,000
	Gruplar İçi	95720,97	130	736,32		
	Toplam	95722,45	134			

Bıçak çaplarının harcanan elektrik miktarı ve geçen süre ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Aşağıdaki çizelge 5.55’de yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları verilmiş ve çizelge 5.56 ve çizelge 5.57’de bıçak çaplarına oluşan ortalama değerler homojenlik testi sonuçları olarak verilmiştir.

Çizelge 5.55. Bıçak çapları ile harcanan elektrik ve geçen süre arasındaki ilişki.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Elektrik	Gruplar	216178,15	2	108089,07	69,76	0,000
	Gruplar İçi	204537,07	132	1549,52		
	Toplam	420715,22	134			
Süre	Gruplar	53767,55	2	26883,78	84,58	0,000
	Gruplar İçi	41954,90	132	317,84		
	Toplam	95722,45	134			

Çizelge 5.55’de de görüldüğü üzere her iki ölçüm değeri için de önem düzeyi 0,05’ten küçük çıkmıştır. Bu sonuca göre bıçak çapları arasında harcanan elektrik ve geçen süre bakımından anlamlı farklar olduğu anlaşılmaktadır. Bu farkların hangi bıçak çapında ne kadar olduğu aşağıdaki homojenlik testi sonuçları ile gösterilmektedir.

Çizelge 5.56. Bıçak çaplarına göre harcanan elektrik miktarları.

Bıçak	N	Gruplar		
		1	2	3
3	45	62,18		
2	45		81,18	
1	45			154,96
Önem Düzeyi		1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki sonuçlara göre kalın çaplı bıçakla işlem göre parçalar için daha az miktarda elektrik harcanmıştır. Bıçak çapı düştükçe harcanan elektrik miktarı artmaktadır.

Çizelge 5.57. Bıçak çaplarına göre parçanın işlenmesi için geçen süreler.

Bıçak	N	Gruplar		
		1	2	3
3	45	26,60		
2	45		36,34	
1	45			72,96
Önem Düzeyi		1,00	1,00	1,00

Yukarıdaki sonuçlara göre kalın çaplı bıçaklarla yapılan işlemler daha kısa sürede sonuçlanmaktadır. Bıçak çapı azaldıkça işlem süresi uzamaktadır. Devir sayısının harcanan elektrik miktarı ve geçen süre ile aralarında, yapılan istatistik analiz sonucu anlamlı bir fark bulunamamıştır. Kesme hızlarının harcanan elektrik miktarı ve geçen süre bakımından aralarındaki ilişki araştırıldığında; çizelge 5.58’deki tek yönlü varyans sonuçları elde edilmektedir.

Çizelge 5.58. Kesme hızına göre elektrik miktarı ve geçen sürenin değişimi.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalamaların Karesi	F	Önem Düzeyi
Elektrik	Gruplar	169811,13	2	84905,56	44,67	0,000
	Gruplar İçi	250904,09	132	1900,79		
	Toplam	420715,22	134			
Süre	Gruplar	34245,10	2	17122,55	36,76	0,000
	Gruplar İçi	61477,36	132	465,74		
	Toplam	95722,45	134			

Çizelge 5.58’deki verilere göre kesme hızı seviyelerinin harcanan elektrik miktarı ve geçen süre bakımından aralarında istatistiksel olarak (önem düzeyi<0,05) anlamlı farklar vardır. Burada kesme hızı seviyelerine göre oluşan elektrik ortalama değerleri ve geçen süreler aşağıdaki homojenlik testi çizelgelerinde (çizelge 5.59 ve çizelge 5.60) verilmiştir.

Çizelge 5.59. Kesme hızı seviyesine göre harcanan elektrik miktarları.

Kesme hızı	N	Gruplar		
		1	2	3
3	45	64,36		
2	45		85,93	
1	45			148,02
Önem Düzeyi		1,00	1,00	1,00

Çizelge 5.59’da görüleceği üzere kesme hızı arttıkça harcanan elektrik miktarı azalmaktadır. En düşük elektrik sarfı 9000 mm/dk lık kesme hızında üretim yapılırken ölçülmüştür.

Çizelge 5.60. Kesme hızı seviyesine göre parçanın işlenmesi için geçen süreler.

Kesme hızı	N	Gruplar		
		1	2	3
3	45	29,60		
2	45		39,15	
1	45			67,14
Önem Düzeyi		1,00	1,00	1,00

Çizelge 5.60'daki verilere göre kesme hızı arttıkça parçanın işlem süresi kısalmaktadır. Buna göre en düşük işlem süreleri 9000 mm/dk'lık kesme hızı seviyesinde işlem yapılırken ölçülmüştür.

6. TARTIŞMA

6.1. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

6.1.1. Ağaç Türüne Göre Yüzey Pürüzlülüğü

Çalışma kapsamında üzerinde işlem yapılan ağaç türlerinin yüzey pürüzlülüğü parametre değerleri incelendiğinde; en düşük yüzey pürüzlülük değeri İroko (3,41 μm) örneklerinden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla Dişbudak (3,54 μm), Ladin (4,24 μm), Ceviz (5,23 μm) ve Sapelli (5,73 μm) örnekleri izlemektedir.

Literatürde yoğunluk ile yüzey pürüzlülüğü arasında ters orantılı bir ilişki olduğu yönünde araştırmalar bulunmaktadır [147], [10], [172]. Bu araştırmalarda odunun özgül ağırlığı arttıkça yüzey pürüzlülük değerlerinin düştüğü gözlenmekte iken çalışmamızın örnek grubu için bu yönde bir veri elde edilememiştir. Burada Sapelli ve Ceviz örneklerinin yapraklı ağaç olması nedeniyle yüzey pürüzlülüğü açısından Ladin örneklerinden daha iyi sonuçlar vermesi beklenirken [173], aksine Ladin örneklerinden daha pürüzlü yüzeyler vermişlerdir. Malkoçoğlu ve Özdemir 2003'e göre ağaç türleri işleme performanslarının; daha çok bunların doğal karakteristiklerinden kaynaklanan odun kaliteleri ile ilgili olabileceği belirtilmiştir [174].

Zhong vd. (2013) dişbudak ve ceviz dahil olmak üzere birçok ağaç türünün yüzey pürüzlülük değerlerini karşılaştırdıkları çalışmada dişbudak ağacının ceviz ağacından daha pürüzsüz yüzeylere sahip olduğunu bulmuşlardır [175].

Ağaç türlerinin en uygun yüzey pürüzlülük değerleri hangi parametrelerde elde edildiğine bakıldığında; İroko örnekleri için en düşük yüzey pürüzlülüğü (2,38 μm) 8 mm çaplı bıçakla 18000 d/dk devirde 3000 mm/dk kesme hızında işlem gören örneklerden elde edilmiştir. Sapelli örnekleri için en düşük yüzey pürüzlülüğü (4,24 μm) 3 mm çaplı bıçakla 12000 d/dk devirde 3000 mm/dk kesme hızında işlem gören örneklerden elde edilmiştir. Ceviz örnekleri için en düşük yüzey pürüzlülüğü (4,08 μm) 8 mm çaplı bıçakla 15000 d/dk devirde 3000 mm/dk kesme hızında işlem gören örneklerden elde edilmiştir. Dişbudak örnekleri için en düşük yüzey pürüzlülüğü (2,40 μm) 6 mm çaplı bıçakla 15000 d/dk devirde 3000 mm/dk kesme hızında işlem gören örneklerden elde edilmiştir. Ladin

örnekleri için en düşük yüzey pürüzlülüğü (3,00 μm) 3 mm çaplı bıçakla 15000 d/dk devirde 3000 mm/dk kesme hızında işlem gören örneklerden elde edilmiştir.

Ceviz ve Dişbudak örneklerinin yüzey pürüzlülük verilerini kullanarak yapay sinir ağları yardımıyla optimum işlem parametreleri belirlenen bir çalışmada dişbudak için bu çalışmada bulunan parametrelere yakın değerler olduğu görülmüştür (6 mm çap, 14800 d/dk ve 3400 mm/dk kesme hızı) [176]. Ceviz örnekleri için yukarıda verilen parametreler en düşük yüzey pürüzlülüğünün olduğu parametrelerdir. 2. sıradaki en iyi pürüzlülük parametresi ise 3 mm bıçak çap, 18000 d/dk ve 3000 mm/dk kesme hızıdır. Yine aynı yapay sinir ağı çalışmasında ceviz için önerilen parametreler 3 mm bıçak çap, 18000 d/dk ve 3800 mm/dk kesme hızı ile çalışmamızdaki sonuçlarla örtüştüğü söylenebilir.

Ağaç türlerinin kendi içlerinde en düşük pürüzlülük değerleri sıralaması da genel pürüzlülük ortalamalarının sıralaması ile benzer olduğu görülmektedir. Burada dikkat çeken sonuç en iyi pürüzlülük değerlerinin ağaç türünden bağımsız düşük kesme hızında elde edilmiş olmasıdır. Araştırma kapsamındaki ağaç türleri için kesme hızında çıkan bu sonuç çoğu ticari ağaç türü için benzerdir [122], [177]-[181].

6.1.2. Bıçak Çapına Göre Yüzey Pürüzlülüğü

Kullanılan kesici bıçakların çaplarına göre tek olarak değerlendirildiğinde en düzgün yüzey 6 mm çaplı bıçakla elde edilirken, en pürüzlü yüzey 3 mm çaplı (küçük çap) bıçakla işlem gören örneklerden elde edilmiştir.

Literatürde kesici bıçak çapının değerlendirildiği çalışmalarda küçük çaplı kesicilerle daha düzgün yüzeyler elde edildiği görülmüştür [179]. Çalışmamızda 6mm çaplı bıçak ile 8mm çaplı bıçağın sonuçları birbirine yakın sonuçlar verirken bıçak çapının daha da küçülmesi ile yüzey pürüzlülüğü bariz şekilde artmıştır.

Birçok araştırmacı, ahşap malzemelerin CNC ile işlenmesinde kesici takım çapının etkili bir faktör olduğunu ve en küçük pürüzlülük değerlerinin daha düşük takım çapı değerlerinden elde edildiğini belirlemiştir [182], [183].

Karagöz'e (2011) göre kesme genişliği ve kesme derinliği yüzey kalitesine aynı etki oranındadır. Dolaylı olarak pürüzlülüğe etki etmektedir. Bunlardaki artış kesme direncini, kesme sıcaklığını ve kesme esnasında oluşan titreşimin de şiddetini artırmaktadır. Kullanılan kesici takımların çaplarındaki artış kesme genişliğine doğrudan bağlıdır. Bunun sonucunda yüzey kalitesini doğru orantılı şekilde etkilediği düşünülmektedir [13].

Tiryaki 2014' kayın ve ladin ağacının yüzey pürüzlülüğünü tahmin etmek için YSA yöntemini kullanmıştır. Girdi parametreleri olarak ağaç türü, ilerleme hızı, kesme derinliği, yıllık halka, kesici sayısı ve aşındırıcıların tane boyutu kullanılmıştır. Sonuç olarak, artan kesme derinliği ve ilerleme hızı ile yüzey pürüzlülüğünün arttığını bildirmişlerdir [184].

6.1.3. Devir Hızına Göre Yüzey Pürüzlülüğü

Çalışma kapsamında CNC makinesi 3 farklı devirde çalışırken örnekler işlem görmüştür. Bu devir hızlarının tek faktör olarak yüzey pürüzlülüğüne etkilerine bakıldığında; en düzgün yüzey 15000 d/dk devirde (orta devir hızı) işlem gören örneklerden elde edilmiştir. En pürüzlü yüzeyler ise 12000 d/dk devirde (düşük devir hızı) işlem görenlerden elde edilmiştir.

Sütçü ve Karagöz (2012) yaptıkları çalışmada, devir hızının 12000 d/dk' dan 18000 d/dk' ya çıkması ile Ra pürüzlülük değerinin 8,6 μm 'den 8,2 μm 'ye düştüğünü belirlemişlerdir [185]. Benzer olarak çoğu çalışmada devir hızının 18000 gibi yüksek hızlarda olması yüzey pürüzlülüğünü olumlu yönde etkilediği, en iyi yüzeylerin yüksek devir hızlarında elde edildiği bildirilmiştir [177]-[180]. Çalışmamıza benzer şekilde Sofuoğlu (2015) yaptığı çalışmada en iyi yüzey pürüzlülüğünün 16000 d/dk devir hızında oluştuğunu belirtmiştir [181]. Yine çalışmamız literatürle benzer olarak düşük devir hızının yüzey pürüzlülüğünü artırdığını belirlemiştir. Yüzey pürüzlülüğünün devir hızının belirli bir seviyeden sonra artmasıyla giderek kötüleştiği ve bunun da kesici bıçakla işlem gören parça arasındaki sürtünmenin neden olduğu ısı dolayısıyla ağaç malzemenin yumuşaması sonucunda olabileceği bazı [186] araştırmalarda belirtilmiştir.

Suresh vd. (2012) artan devir hızı ile kesme bölgesindeki sıcaklığın arttığını, bunun da malzeme yüzeyinin yumuşamasına neden olduğunu ve dolayısıyla malzemenin yüzey pürüzlülüğünün azaldığını belirtmiştir. Ayrıca yüksek devir hızının neden olduğu literatürde belirtilmiştir. Kesici dişten daha az malzeme kaldırılarak daha az titreşim oluşmaktadır. Dolayısıyla yüzey pürüzlülüğü azalmaktadır [187]. Daha yüksek devir hızının daha yüksek diş geçiş frekanslarına neden olduğu, düzlem alanını kısalttığı, talaş kalınlığını azalttığı ve bunun sonucunda daha düzgün yüzeyler elde edildiği belirtilmektedir [188]. Devir hızı ile yüzey pürüzlülüğü arasında aynı ilişki birçok çalışmada bulunmuştur [189], [182], [172], [190].

6.1.4. Kesme Hızına Göre Yüzey Pürüzlülüğü

Kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisine bakıldığında en düzgün yüzeyler 3000 mm/dk kesme hızında (düşük kesme hızı) elde edilmiştir. Kesme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğü de artmaktadır. En pürüzlü yüzeyler 9000 mm/dk kesme hızında (yüksek kesme hızı) elde edilmiştir.

Literatürdeki benzer çalışmalarda kesme ya da besleme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülüğün artışı, en iyi pürüzlülük değerlerinin düşük kesme hızlarında elde edildiği bildirilmiştir [191], [177]-[181].

Bu 4 faktörün (ağaç türü, bıçak çapı, devir hızı ve kesme hızı) varyans analizi ile kendi içlerinde oluşan farklı değerlerin istatistiksel olarak anlamlarına bakıldığında ve homojenlik testleri ile test edildiklerinde ilk olarak;

Ağaç türü bakımından iroko ve dişbudak türleri en düzgün yüzeyleri verirken, bunları sırasıyla ladin örnekleri, ceviz örnekleri ve en pürüzlü yüzeyleri veren sapelli örnekleri takip etmektedir.

Kullanılan kesici bıçak çapına göre bakıldığında; en düzgün yüzeyi 6 mm ve 8 mm bıçaklarda elde edilirken, 3 mm çaplı bıçakla işlem gören örnekler bu iki bıçaktan daha pürüzlü yüzeyler vermiştir.

Devir hızındaki değişimin pürüzlülük üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Literatürdeki çalışmalara göre devir hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerleri düşmektedir. Çalışmamızda buna yakın değerler elde edilse de bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Normalde kesme hızının en düşük olduğu kademe (3000 mm/dk) en düzgün yüzeyleri vermesi beklenirken araştırmamızda kesme hızının ilk iki kademesi yüzey pürüzlülük bakımından istatistiksel olarak farksız sonuçlar vermiştir. En hızlı kademe olan 9000 mm/dk beklenildiği gibi en pürüzlü yüzeyleri vermiştir. Suresh ve arkadaşlarının 2012’de yaptıkları bir çalışmada ilerleme hızının artışına bağlı olarak iş parçası ve kesici takım arasındaki titreşim ve sıcaklık artmakta ve buna bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü artmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmaların hemen hemen hepsinde [187], [192], [9] kesme hızının düşük olması yüzey pürüzlülüğüne olumlu yönde etki etmektedir. Ağaç türlerinin en iyi yüzey pürüzlülüğü için gerekli olan parametrelere bakıldığında 5 ağaç türü için de en düzgün yüzeyler 3000 mm/dk kesme hızında elde edildiği görülmektedir.

Ağaç türlerinin kendi içlerinde hangi bıçak çapında daha düzgün yüzeyler elde edildiğine bakıldığında; iroko, ceviz ve dişbudak örnekleri 8 mm çaplı bıçakla, sapelli ve ladin örnekleri ise 3 mm çaplı bıçakla daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Literatürdeki çalışmalara göre küçük çaplı bıçaklar yüzey pürüzlülüğü için daha iyi sonuçlar vermektedir [179]. Ancak, ağaç türleri arasında yoğunluğu yüksek olanların yüzey pürüzlülüğü daha iyi çıkmaktadır [156], [10], [172]. 8 mm lik bıçakla daha düzgün yüzey veren 3 ağaç türünün de yoğunluğu sapelli ve ladin türlerinden yüksek olduğu için yüzey pürüzlülüğü daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma kapsamındaki ağaç türlerinin yoğunluk farkları nedeniyle kullanılan kesicilerin çaplarının farklı sonuçlar vermesi doğaldır. Buradan hareketle bıçak çaplarının yoğunluk farklarına göre etkileri ileriki çalışmalarda araştırılmalıdır.

Ağaç türlerinin kendi içlerinde hangi devir hızında daha düzgün yüzeyler elde edildiğine bakıldığında; sadece iroko örneklerinden düşük devir hızında daha düzgün yüzeyler elde edilirken, diğerlerinde orta ve yüksek devir hızlarında daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Beklenildiği gibi yoğunluğu yüksek olan iroko örneklerinin literatürdeki yüksek devir düşük kesme hızında daha düzgün yüzey oluşumuna zıt olarak düşük devirde daha düzgün yüzey oluşturduğu belirlenmiştir. Buradaki iroko örnekleri için düşük devir hızında daha düzgün yüzey oluşumu odununun yoğunluğu ve anatomik yapısından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir.

Ağaç türlerine göre kesme hızı değişimleri incelendiğinde; sadece ceviz örneklerinden 6000 mm/dk kesme hızında daha düzgün yüzeyler elde edilirken, diğer türler için düşük kesme hızında (3000 mm/dk) daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Kesme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkileri konusunda yapılan çalışmalarda düşük kesme hızlarının yüzey pürüzlülüğünü olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir [191], [177]-[181]. Burada ceviz örnekleri haricinde diğer ağaç türleri için beklenen sonuçlara ulaşılmıştır. Ceviz örneklerinin kesme hızındaki farklılıkları yapılacak yeni çalışmalarla daha iyi analiz edilebilir.

Ağaç türünden bağımsız olarak hangi bıçak çapının hangi devir hızında daha düzgün yüzeyler oluşturduğuna bakılırsa; 3 mm çaplı bıçakla yüksek devir hızında (18000 d/dk), 6 mm çaplı bıçakla orta devir hızında (15000 d/dk), 8 mm çaplı bıçakla düşük devir hızında (12000 d/dk) daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Bıçak çapı ve devir hızı birlikte değerlendirildiğinde düşük çaplı bıçakla yüksek devirde daha düzgün yüzeyler elde edilirken, büyük çaplı bıçakla düşük devir hızında daha düzgün yüzeyler elde

edilmektedir. Bıçak çapı ile devir hızı arasında ters orantı oluşmaktadır. Bunun nedeninin makine kapasitesi mi yoksa odunun anatomik özelliklerinden mi kaynakladığına ileriki çalışmalarda bakılmalıdır.

Yüksek devirde düşük çaplı kesiciler ile işlem gören ahşap malzemede, ahşap ile yüksek spindelle dönen kesicinin temas yüzeyi oluşturduğu düşünülürse; daha düşük bir temas alanı oluşturulduğu ve oluşan bu bölgelerde yüzeysel pürüzlülüğün azaldığı görülmüş olabilir. Bu durum ahşap malzemenin temas ettiği alanın fazla olmaması, ahşabın anatomik yapısı, temas bölgesi ısısı gibi faktörlere bağlı olduğu düşünülebilir. Bu da ayrı bir çalışma konusu olabilir.

Yine sadece bıçak çapına göre hangi kesme hızında daha düzgün yüzey elde edildiğine bakılacak olursa; 3 mm çaplı bıçakla orta kademe kesme hızında (6000 mm/dk), 6 mm ve 8mm çaplı bıçaklarla ise düşük kesme hızında (3000 mm/dk) daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir.

Küçük çaplı bıçakla daha pürüzlü yüzeyler elde edildiği belirtilmişti, kalın bıçaklar için düşük kesme hızı idealken küçük bıçakla çalışırken kesme hızının bir kademe artırılması daha düzgün yüzeyler elde edilmesine olanak sağlar.

Kesme hızı ve devir hızı arasındaki ilişkiye bakıldığında ise; yavaş kesme hızı (3000 mm/dk) için orta devir hızı (15000 d/dk), orta ve hızlı kesme hızı (6000 mm/dk ve 9000 mm/dk) için düşük devir hızı (12000 d/dk) daha düzgün yüzeyler elde edilmesine neden olmuştur.

Buradaki sonucu da yine ters orantılı bağlantıyla açıklamak mümkün olacaktır. Kesme hızı artarken devir hızının düşürülmesi yüzey kalitesi bakımından olumlu sonuçlar vermektedir.

6.2. ISLANABİLİRLİK

6.2.1. Ağaç Türüne Göre Islanabilirlik

Islanabilirlik özelliklerine göre değerlendirilmesi durumunda, bu çalışma kapsamındaki ağaç türleri arasında ladin, dişbudak ve sapelli türleri daha iyi sonuçlar verirken ceviz ve iroko ıslanabilme konusunda bunlardan daha kötü sonuçlar vermiştir.

Islanabilirlik üzerine etki eden bir çok faktör içinde ağaç türü, yüzey pürüzlülüğü ve işlem parametreleri gibi [21], [22], [23], [15] bu çalışma kapsamında araştırılan faktörler

de bulunmaktadır. Ağaç türüne göre yüzey pürüzlülüğünün ıslanabilirlik üzerine doğrudan etkisi olması beklenirken [193], [23] çalışma bulgularımızda en düzgün yüzey veren İroko örneklerinin ıslanabilirlik bakımından son sıralarda olması literature ile farklı ilişkilendirilebilir.

Literatürde ahşap malzemelerin yüzey pürüzlülüğü ile ıslanabilirliği arasında yakın bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir [194], [23]. Ayrıca, yüzey ıslanabilirliği, yüzey pürüzlülüğünün işlevlerinden biri olarak bilinmekte ve ahşap ve ahşap esaslı panellerin yüzey pürüzlülüğü arttıkça temas açıları artmaktadır [195], [196]. Benzer ilişki yüzey pürüzlülük değerlerinde de görülmüştür. Bununla birlikte ahşap malzemenin bünyesinde bulunan ekstraktifin ahşabın ıslanabilirliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Ahşap malzemenin işlenmesi esnasında ekstraktifler ahşap yüzeye doğru hareket edecek, etkileşimi engelleyen ve ıslanabilmeyi azaltıcı yönde ince bir sınır tabakası oluşturabilirler. Çalışmamızda kullanılan ağaç türlerinden ceviz ve irokonun diğer ağaç türlerine göre içerisinde muhteva ettiği ekstraktif madde oranına göre farklı ıslanabilirlik derecelerine sahip olması durumu oluşmuş olabilir [197].

6.2.2. Bıçak Çapına Göre Islanabilirlik

Bıçak çaplarına göre ıslanabilme yeteneklerine bakılacak olduğunda; 3 mm ve 6 mm çaplı bıçakla işlem görenler 8 mm çaplı bıçakla işlem görenlerden daha iyi ıslanabilme değerlerine sahip olduğu görülmektedir. CNC ile işlenmiş ahşap numunelerin yüzey ıslanabilirliğini gösteren temas açısı değerleri; ağaç türlerine ve kesici takım çapına göre farklılıklarını göstermektedir. Kimyasal kalıntılar ve toz partikülleri, farklı ıslatma ve adsorpsiyon özellikleri nedeniyle malzemelerin yüzeylerinin kirlenmesine neden olur ve bu nedenle bu heterojen yüzeylerden farklı temas açıları elde edilebilir [198].

6.2.3. Kesme Hızına Göre Islanabilirlik

Kesme hızına göre ıslanabilme özelliğine bakıldığında; kesme hızının ıslanabilme değerleri üzerine olumlu ya da olumsuz bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır.

Ağaç türlerinin hangi bıçak çapında daha iyi ıslanabilme değerleri oluşturduğuna bakılırsa; sapelli ve ladin 8 mm bıçakla daha ıslanabilirken, iroko ve ceviz 6 mm bıçakla, dişbudak ise 3 mm bıçakla işlem gördüğünde diğer çaplı bıçaklara göre daha iyi ıslanabilmektedir.

Ağaç türleri ıslanabilme bakımından devir hızlarına göre değerlendirildiğinde; iroko ve sapelli örnekleri 18000 d/dk devir hızında, ceviz, dişbudak ve ladin örnekleri 12000 d/dk

devir hızında diğer devir hızlarına göre daha iyi ıslanabilme açısına sahip olduğu belirlenmiştir.

Ağaç türleri ıslanabilme açısından kesme hızlarına göre incelendiğinde; İroko ve Sapelli örnekleri 9000 mm/dk kesme hızında, ceviz örnekleri 3000 mm/dk kesme hızında, dişbudak ve ladin örnekleri 6000 mm/dk kesme hızında diğerlerinden daha iyi ıslanabildiği sonucuna varılmıştır. Literatürde Demir ve ark. [199] CNC ile işlenmiş orta yoğunluklu lif levha (MDF) numunelerinin temas açılarının besleme hızındaki artışla arttığını, Hosseinabadi ve ark. [200], CNC ile işlenmiş metal numunelerin temas açılarının ilerleme hızının artmasıyla azaldığını bulmuştur. Bunlar CNC ile işlenen malzeme tipinin ilerleme hızının etkisinde önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Sapelli ağaç malzemesinin anatomik özellikleri, işlenmesi çok kolay olan ve kesicilere karşı göstermiş olduğu direnç minimum seviyede olduğundan yüksek kesme hızında (9000 mm/dk) yüzeysel özelliklerinin iyileştiği söylenebilir. Bu durum ıslanabilme durumuna da pozitif yönde etki ettiği düşünülebilir. Tam tersi durumda ceviz ağaç malzemesi için söylenebilir. Düşük kesme hızında (3000 mm/dk) daha iyi ıslanabilme durumu oluştuğu görülmektedir.

Bütün kriterler göz önüne alındığında en iyi ıslanabilirlik değerlerinin hangi parametrelerde saptandığı sorgulanacak olursa; İroko örnekleri için; 3 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızı, 6 mm bıçakla, 18000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızı, 8mm bıçakla, 15000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızı, sapelli örnekleri için; 3mm bıçakla, 18000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızı, 6 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızı, 8 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 6000 mm/dk kesme hızı, ceviz örnekler için; 3 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 3000 m/dk kesme hızı, 6 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızı, 8 mm bıçakla, 18000 d/dk devir hızında ve 6000 mm/dk kesme hızı, dişbudak örnekleri için; 3 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızı, 3 mm bıçakla, 15000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızı, 6 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 6000 mm/dk kesme hızı, 8 mm bıçakla, 15000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızı, ladin örnekleri için; 3 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızı, 6 mm bıçakla, 18000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızı, 8 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızı şeklinde belirlenmiştir.

6.3. ELEKTRİK TÜKETİMİ VE İŞLEM SÜRESİ İLE İLGİLİ TESTLER

Araştırma kapsamında işlem gören bütün örneklerin işlemleri süresince CNC makinenin tükettiği elektrik ölçülmüş ve işlem süresine göre oranlanıp saat başına ne kadar elektrik tüketeceği hesaplanmıştır.

Kriterler ve parametreler arasındaki farklılıklar incelendiğinde; ladin, iroko ve sapelli örnekleri, işlenirken diğer ağaç türlerinden (ceviz ve dişbudak) birim zamanda daha fazla elektrik tüketimine neden olmaktadır. Devir hızı ve kesme hızına göre elektrik tüketimi bakımından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Birim zamanda elektrik tüketimi bıçak çapı bakımından anlamlı farklar oluşmaktadır. 3 mm çaplı bıçakla işlem yapılırken 7,63 Kwh, 6 mm çaplı bıçakla işlem yapılırken 8,03 Kwh, 8 mm çaplı bıçakla işlem yapılırken 8,41 Kwh elektrik tüketildiği hesaplanmıştır. Buradan ince çaplı bıçakla çalışırken makinenin diğer bıçaklara göre birim zamanda daha az elektrik tükettiği sonucuna varılmıştır.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında [176], [221], [202] elektrik tüketimini; işlem süresi ve bu işlem için harcanan elektrik miktarı olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmadaki işlem süreleri ve işlem başına harcanan elektrik miktarı dikkate alınarak yapılan analizlerde;

Ağaç türleri arasında işlem başına harcanan elektrik miktarı ve işlem süresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Kullanılan kesici bıçak çapına göre işlem başına harcanan elektrik miktarı ve işlem süreleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur. En düşük işlem süresi ve harcanan elektrik miktarı 8mm çaplı bıçakla işlem yapılırken ölçülmüştür. İşlem yapılan birim alanda (deney örneği parçası) kesici çapı küçüldükçe elektrik miktarı ve işlem süresi artmaktadır. Li vd. 2019 yaptıkları bir çalışmada benzer olarak kesici takım çapının artmasıyla enerji tüketimi ve işlem sürelerinin azaldığını gözlemlemişlerdir [202].

Yine kesme hızının artmasıyla harcanan elektrik miktarı ve işlem süresi literatürdeki çalışmalarla [176], [221], [202] benzer olarak azalmıştır. En düşük elektrik tüketimi ve işlem süreleri yüksek kesme hızlarında ölçülmüştür. Kesme hızı düştükçe parçanın işlem süresi artmakta ve harcanan elektrik miktarı da yükselmektedir.

Devir hızı-harcanan elektrik miktarı ve devir hızı-işlem süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Literatürde devir hızı ile ilgili farklı sonuçlar bulunmaktadır. Camposeco-Negrete [201] ve Li ve Arkadaşları [202] devir hızının elektrik tüketimi ve işlem süresine bir etkisinin olmadığı belirtirken, Bal ve Dumanoglu

[203] devir hızının artışı ile elektrik tüketiminin arttığını ancak işlem süresinde istatistiksel bir fark olmadığını belirtmişlerdir.



7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Genel olarak Türk-islam kültüründen etkilenen cami anlayışı dönem dönem farklılıklar göstermiştir. Anadolu Selçuklu, Erken- Klasik-Geç Osmanlı Dönemi ve Çağdaş dönem ile farklı çizgiler bulunmaktadır. Bakıldığında bütün İslam ülkelerinde değişik bölgelere ayrılmış cami mimarisinde farklılıklar görülmektedir. Modern dönemde yenilikçi bir yaklaşımla geleneksellikten gelen plan oluşumları çok fazla değişime uğramamıştır. Geleneksel cami donatıları ve mimarisinde önemli yeri olan mihrap, minber, vaiz kürsüsü, avlu, kadınlar mahfili, müezzin mahfili, son cemaat yeri, kapılar kapsadığı modern dönemin malzemeleri ile kompozisyon oluşturmuşlardır.

Yapılan incelemelerde modern cami plan, iç mekan, kullanılan malzemeler yenilikçi bir anlayıştadır. Bununla birlikte iç mekan motifleri ve süslemeleri geleneksel anlayıştaki gibidir. Türk-İslam süsleme sanatındaki formlar ve çizgiler kullanılmıştır. Bununla birlikte mihraplar 10. ve 14. yüzyıllar arasında taş malzeme yerine alçı, çini, tuğla ve ahşap malzemenin uygulandığı görülmektedir. Bakıldığında tezyinatında yoğun, kıvrımlı, bitkisel ve geometrik motiflerin ön plana çıktığı zengin süslemelere rastlanılmaktadır. Bu mihraplarda bitkisel kompozisyonlar ve yazı çok önemli yer tutar. Geometrik kompozisyonlar ile daha az karşılaşılmaktadır.

Anadolu Türk mimarisi mihrapları, dikdörtgen çerçeveli, kemersiz veya çerçevenin altında bulunan hafif sivri kemerli, mukarnas kavsaralı, köşe kısımları yuvarlatılmış sütun şeklindedir. Nişleri çift nişli olmakla birlikte dikdörtgen ve çokgen şeklindedir. Çoğunlukla kesme taş ve mozaik çini kullanılmış olup az miktarda da alçıdan yapılmışlardır. Geometrik ve bitkisel motifler ağırlıktadır. Anadolu Selçuklu dönemi ve Osmanlı döneminde ahşap, alçı, mermer ve taş olmak üzere pek çok malzeme mihrap mimarisinde kullanılmıştır. Erken dönem Osmanlı mihraplarının büyük bölümü alçı malzeme ile inşa edilmiş olup taş ve mermer ile çini malzemeli örneklerle de karşılaşılmaktadır.

Tasarım, tezyinat, kullanılan malzeme ve üslup bakımından bir birliktelik oluşturduğu bilinen klasik Osmanlı döneminde yapılan çoğu sanat eserlerinde benzerlikler bulunmaktadır. Bu eserlerin büyük kısmı İstanbul'da olmakla birlikte Anadolu'nun diğer

yerlerine dağılmışlardır. Selatin camileri ve diğer camilerin mihrapları arasında yine büyük benzerlikler vardır.

Minberler de dönemsel olarak değişimler bulunmaktadır. Osmanlı Döneminde minberler çoğunlukla mermerden inşa edildiği için kapı kanatları yerini kemerli açıklık şeklinde düzenlenen girişlere bırakmıştır. Erken Dönem Osmanlı minberleri süsleme teknikleri ve kullanılan malzemeler açısından Selçuklu dönemini yansıtmaktadır. Erken dönem minberlerinde formdan ziyade süslemelerin çok yoğun olduğu görülür. Klasik dönemde minber düzenlemelerine çok rastlanılmaz.

Şehitlik Köyü Cami ahşap işlemlerinde istenilen sonuçlar elde edilmiş olup ana motiflerin bulunduğu orijinali mermerden olan minber tüm motifleriyle birlikte ahşap konstrüksiyonda kusursuz oluşturulmuştur. Konstrüksiyonunda ve süslemelerinde kullanılan dişbudak ve sapelli ağaç türlerinin CNC işlemlerinde, yapışmada, üst yüzey işlemlerinde çok iyi sonuçlar verdiği görülmüştür ve istenilen tarihi ve mimari motifler, ahşaba bilgisayar destekli üretim ile uygulanmıştır. Ahşabın doğallığı ve estetikliğinden yararlanılarak bir örnek ortaya çıkarılmıştır. CNC ile yapılan çalışmada en uygun parametreler elde edilmiştir. Bunlar ile ileride yapılacak olan benzer çalışmalarda daha hassas uygulamalar elde edilecektir. Sanayide kullanılan birçok bilgisayar destekli üretime katkı sağlanmış olunabilir. CNC' lerde ağaç türlerine göre en uygun devir hızları, en uygun kesici, en uygun kesme hızları bulunarak harcanan enerji ve süre değerlendirilir.

Yüzey pürüzlülüğüne bakıldığında; En düşük yüzey pürüzlülük değeri İroko (3,41 μm) örneklerinden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla Dişbudak (3,54 μm), Ladin (4,24 μm), Ceviz (5,23 μm) ve Sapelli (5,73 μm) örnekleri izlemektedir. En düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri; **İroko örnekleri** için 8 mm çaplı bıçakla 18000 d/dk devirde 3000 mm/dk kesme hızında, **sapelli örnekleri** için 3 mm çaplı bıçakla 12000 d/dk devirde 3000 mm/dk kesme hızında, **ceviz örnekleri** için 8 mm çaplı bıçakla 15000 d/dk devirde 3000 mm/dk kesme hızında, **Dişbudak örnekleri** için 6 mm çaplı bıçakla 15000 d/dk devirde 3000 mm/dk kesme hızında, **Ladin örnekleri** için 3 mm çaplı bıçakla 15000 d/dk devirde 3000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir.

Kullanılan kesici takım çaplarına göre en düzgün yüzey 6 mm çaplı bıçakla elde edilirken, en pürüzlü yüzey 3 mm çaplı bıçakla elde edilmiştir. İroko, Ceviz ve Dişbudak

örnekleri 8 mm çaplı bıçakla, sapelli ve Ladin örnekleri ise 3 mm çaplı bıçakla daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir.

Devir hızlarına göre en düzgün yüzey 15000 d/dk devirde (orta devir hızı) işlem gören örneklerden elde edilmiştir. En pürüzlü yüzeyler ise 12000 d/dk devirde (düşük devir hızı) işlem görenlerden elde edilmiştir. Sadece İroko örneklerinden düşük devir hızında daha düzgün yüzeyler elde edilirken, diğer ağaç türlerinde orta ve yüksek devir hızlarında daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir.

Kesme hızına göre en düzgün yüzeyler 3000 mm/dk kesme hızında (düşük kesme hızı) elde edilmiştir. Kesme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğü de artmaktadır. En pürüzlü yüzeyler 9000 mm/dk kesme hızında (yüksek kesme hızı) elde edilmiştir. Sadece ceviz örneklerinden 6000mm/dk kesme hızında daha düzgün yüzeyler elde edilirken, diğer türler için düşük kesme hızında (3000mm/dk) daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir.

Ağaç türünden bağımsız olarak; 3 mm çaplı bıçakla yüksek devir hızında (18000 d/dk), 6 mm çaplı bıçakla orta devir hızında (15000 d/dk), 8 mm çaplı bıçakla düşük devir hızında (12000 d/dk) daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir.

Islanabilirlik değerlerine bakıldığında ladin (82,27 °), dişbudak (81,99 °) ve sapelli (82,44 °) türleri daha iyi sonuçlar verirken; ceviz (90,95 °) ve iroko (98,85 °) ıslanabilme konusunda bunlardan daha kötü sonuçlar vermiştir. Kullanılan kesici takım çaplarına göre 3 mm ve 6 mm çaplı bıçakla işlem görenler 8 mm çaplı bıçakla işlem görenlerden daha iyi ıslanabilme değerlerine sahiptir. Sapelli ve ladin 8 mm bıçakla daha iyi ıslanabilirken iroko ve ceviz 6mm bıçakla, dişbudak ise 3 mm bıçakla işlem gördüğünde diğer çaplı bıçaklara göre daha iyi ıslanabilmektedir.

Devir hızlarına göre düşük devir hızında işlem gören örnekler daha iyi ıslanabilme sonuçları vermektedir. İroko ve sapelli örnekleri 18000 d/dk devir hızında, ceviz, dişbudak ve ladin örnekleri 12000 d/dk devir hızında diğer devir hızlarına göre daha iyi ıslanabilme temas açısına sahip olduğu belirlenmiştir.

Bütün kriterler göz önüne alındığında en iyi ıslanabilirlik değerlerinin parametreleri şu şekilde oluşmaktadır. **İroko örnekleri** için; 3 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızında, 6 mm bıçakla, 18000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızında, 8 mm bıçakla, 15000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir. **Sapelli örnekleri** için; 3 mm bıçakla, 18000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk. kesme hızında, 6 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme

hızında, 8 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 6000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir. **Ceviz örnekleri** için; 3 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk. kesme hızında, 6 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk. kesme hızında, 8 mm bıçakla, 18000 d/dk devir hızında ve 6000 mm/dk kesme hızında elde edilmiştir. **Dişbudak örnekleri** için; 3 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızı, 3 mm bıçakla, 15000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızı, 6 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 6000 mm/dk kesme hızı, 8 mm bıçakla, 15000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızı. **Ladin örnekleri** için; 3 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızı, 6 mm bıçakla, 18000 d/dk devir hızında ve 9000 mm/dk kesme hızı, 8 mm bıçakla, 12000 d/dk devir hızında ve 3000 mm/dk kesme hızı şeklinde belirlenmiştir.

Elektrik tüketimiyle ilgili, ağaç türü olarak Dişbudak ve Ceviz örneklerinin işlenirken diğer ağaç türlerine göre daha fazla elektrik tüketimine neden olduğu görülmektedir. Bıçak çapı olarak 8mm çaplı bıçakla işlem görenler daha ince uçlu bıçaklara göre birim zamanda daha fazla elektrik tükettiği görülmektedir. Devir hızı ve kesme hızının üç farklı seviyede de birbirine yakın elektrik tüketimine neden oldukları görülmektedir. 3mm çaplı bıçakla işlem yaparken diğer bıçaklara göre birim zamanda daha az elektrik tüketilmektedir. Birim zamandaki elektrik tüketiminin kesici bıçak çapı ile doğru orantılı olarak arttığı söylenebilir.

Orman Endüstri alanında faaliyet gösteren işletmeler; kullanımı sürekli artış gösteren yüksek teknoloji CNC lerin bazı parametrelerindeki düzenlemeler ile ekonomi, kalite ve randıman bağlamında verileri optimum kullanmış olacaktır. Bununla birlikte en uygun işleme olanakları ile elektrik tüketiminde ülke ekonomisine de büyük katkısı olacaktır. Aynı zamanda iç ve dış mekandaki ahşap donatılara, tarihi ve kültürel nitelikteki mimari motiflerin uygulandığı ahşap yapılara, restorasyon ve diğer sanatsal ahşap süsleme tekniklerine örnek olacak nitelikteki bu çalışmayla; üst yüzey işlemlerindeki son derece önemli olan boya, vernik ve ahşap dış mekan koruyucu gibi islanabilme özelliklerinin incelenebileceği farklı çalışmalara yönelineceği düşünülebilir.

Çalışmamız kapsamında incelediğimiz ülkemizde yetişen türlerin (ceviz, dişbudak ve ladin) yanı sıra özgül ağırlıkları ve dekoratif özellikleri uygun olan türlerde tarihi ve mimari motiflerin değerlendirilebileceği eserlerde kullanılabilir. Restorasyon çalışmalarında yüksek teknolojiler yardımıyla işlemler yapılacak ise bu ağaç türlerine en uygun işleme parametreleri belirlenmiştir. Bununla birlikte en düzgün yüzeyleri ve

kaliteli yapışmayı elde edebiliriz. Çalışmadan elde edilen bulguların hem bilime hem de sanayiye önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. İroko, sapelli, ceviz, dişbudak ve ladin gibi mobilya sektöründe sıklıkla kullanılan ağaç türlerinin yüzey kalite özellikleri her türlü kesim koşuluna göre ve CNC ile en uygun parametreleri oluşturulabilir, enerji ve zaman kayıpları minimuma indirilebilir.



8. KAYNAKLAR

- [1] E. Gürsoy, “Günümüz cami mimarisinde ilkesiz yaklaşım”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, c.28, ss. 239-253, 2013.
- [2] A.S.Taşdemir ve A. Erarslan, "Çağdaş camii tasarımında yenilikçi bir yaklaşım. Marmara İlahiyat Cami; plan ve iç mekân özellikleri", *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, c.13, sayı 52, ss. 55-70, 2018.
- [3] S. Büyükşahin, “Son dönem Konya camilerinde biçimsel arayışın analizi” *Türk İslâm Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi*, c.12, sayı 24, ss. 67, 2017
- [4] Kazıcı, Z. (2009). Asr-ı Saadet ve Hulefa-i Raşidin Döneminde Cami ve İfa Ettiği Hizmetler. Sosyal ve Ferdi Açısından Namaz ve Cami, *Ensar yayınları*, İstanbul, ss. 219-238.
- [5] M. Odabaşı, “Türkiye’de anonim mekan üretimi örneği olarak mahalle camileri”, Yüksek Lisans tezi, İç Mekan Tasarımı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2018.
- [6] T. Ohuchi ve Y. Murase, “Milling of wood and wood-based materials with a computerized numerically controlled router IV: development of automatic measurement system for cutting edge profile of throw-away type straight bit”, *Journal of Wood Science*, sayı 51, ss. 278–281, 2005.
- [7] B. Jayachandraiah O.V. Krishna, P.A. Khan ve R.A. Reddy, “Fabrication of Low Cost 3-Axis CNC Router”, *International Journal of Engineering Science Invention*, c.3, sayı 6, ss. 1-10, 2014.
- [8] S. D. Sofuoglu, “Determination of optimal machining parameters of massive wooden edge glued panels which is made of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) using Taguchi design method”, *European Journal of Wood and Wood Products*, c.75, sayı 1, ss. 33-42, 2017.
- [9] K.H. Koç, E. S. Erdinler, E. Hazır ve E. Öztürk, “Effect on CNC Application

Parameters on Wooden Surface Quality”, *Measurements*, c. 107, ss. 12-18, 2017

- [10] A. Sütçü, “Investigation of Parameters Affecting Surface Roughness in CNC Routing Operation on Wooden EGP”, *BioResources*, c.8, ss. 795–805, 2013.
- [11] H. Pelit, M. Korkmaz ve M. Budakçı, “Surface roughness of thermally treated wood cut with different parameters in CNC router machine”, *BioResources*, c.16, sayı 3, ss. 5133-5147, 2021.
- [12] U. Buehlmann, D.E. Saloni and R.L. Lemaster, “Abrasive Machining of Wood Plastic Composites”, *Research Project Technical Summary Wood Machining and Tooling Research Program*, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA, 2001.
- [13] Ü. Karagöz, “CNC ile işlemede ahşap malzemenin yüzey kalitesini etkileyen faktörler”, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c.11, sayı 1, ss. 18 - 26, 2011.
- [14] R. Martha, F.C. Dirna, A. Hasanusi, I. S. Rahayu ve W. Darmawan, “Surface free energy of 10 tropical woods species and their acrylic paint wettability”, *Journal of Adhesion Science and Technology*, c.34, sayı 2, ss. 167-177, 2020.
- [15] Z. Qin, H. Chen, Q. Gao, S. Zhang ve J. Li, “Wettability of sanded and aged fast-growing poplar wood surfaces: I. Surface free energy”, *BioResources*, c.10, sayı 1, ss. 1008-1023, 2015.
- [16] D. Bajiç, B. Lela and D. Zirković, “Modeling of Machined Surface Roughness and Optimization of Cutting Parameters in Face Milling”, *Metalurgija*, c.47, s.4, 2008.
- [17] M. Gindl ve S. Tschegg, “Significance of the acidity of wood to the surface free energy components of different wood species”, *Langmuir*, c.18, sayı 8, ss. 3209–3212, 2002.
- [18] M. Gindl, A. Reiterer, G. Sinn ve S.E. Stanzl-Tschegg, “Effects of surface ageing on wettability, surface chemistry, and adhesion of wood”, *Holz Roh*

Werkst, c.62, sayı 4, ss. 273–280, 2004.

- [19] J. Rathke ve G. Sinn, “Evaluating the wettability of MUF resins and pMDI on two different OSB raw materials”, *European Journal of Wood and Wood Products*, c.71, sayı 3, ss. 335-342, 2013.
- [20] Q. Fang, H. W. Cui ve G. B. Du, “Surface wettability, surface free energy, and surface adhesion of microwave plasma-treated *Pinus yunnanensis* wood”, *Wood Science and Technology*, c.50, sayı 2, ss. 285-296, 2016.
- [21] JZ. Cao, LD. Li ve Z. Liu, “Effect of ACQ-D treatment on the surface free energy of Chinese Fir (*Cunninghamia lanceolata*)”, *For Stud China*, c.7, sayı 4, ss. 29–34, 2005.
- [22] I. Mohammed-Ziegler, A. Oszlnczi, B. Somfai, Z. Hrvlgyi, I. Pszli, A. Holmgren ve W. Forsling, “Surface free energy of natural and surface-modified tropical and European wood species”, *Journal of Adhesion Science and Technology*, c.18, sayı 6, ss. 687-713, 2004.
- [23] O. Unsal, Z. Candan ve S. Korkut, “Wettability and roughness characteristics of modified wood boards using a hot-press”, *Industrial Crops and Products*, c.34, sayı 3, ss. 1455-1457, 2011.
- [24] O. Perin ve O. Uzun, “Determination of bonding strength in heat treated some wood materials”, *Turkish Journal of Forestry*, c.15, sayı 1, ss. 72-76, 2014.
- [25] B. D. Deruntz ve R. M. Turner, “Organizational considerations for advanced manufacturing technology”, *The Journal of Technology Studies*, c.29, sayı 1, ss. 1-7, 2003.
- [26] S. Semiz, . Okay ve Y. Sekmen, “İletmelerde ileri retim teknolojilerinin kullanım nedenleri ve otomotiv sektrnde bir alan aratırması”, *Teknoloji*, c.7, sayı 4, ss. 549-556, 2004.
- [27] P. Jonsson, “An empirical taxonomy of advanced manufacturing technology”, *International Journal of Operations and Production Management*, c.20, sayı 12, ss. 1446-1474, 2000.

- [28] K. C. Akyüz, C. Külahlı, İ. Yıldırım ve Y. Balaban, “İnegöl orman ürünleri sanayi işletmelerinde ileri imalat teknolojilerinin kullanımı”, *Türkiye Ormancılık Dergisi, Süleyman Demirel Üniversitesi*, c.14, sayı 2, ss. 113-120, 2013.
- [29] P. A. S. da Rocha Junior, R. D. D. S. e Souza ve M. E. de Lima Tostes, “Prototype CNC machine design”, *In 9th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications*, 2010.
- [30] B. Jayachandriaiah O.V. Krishna, P.A. Khan ve R.A. Reddy, “Fabrication of Low Cost 3-Axis CNC Router”, *International Journal of Engineering Science Invention*, c.3, sayı 6, ss. 1-10, 2014.
- [31] R. Ginting, S. Hadiyoso ve S. Aulia, “Implementation 3-axis CNC router for small scale industry”, *International Journal of Applied Engineering Research*, c.12, sayı 17, ss. 6553-6558, 2017.
- [32] J. Kopač ve S. Šali, “Wood: an important material in manufacturing technology”, *Journal of materials processing technology*, c.133, sayı 1-2, ss. 134-142, 2003.
- [33] A. Krimpenis, N. A. Fountas, T. Mantziouras ve N. M. Vaxevanidis, “Optimizing CNC wood milling operations with the use of genetic algorithms on CAM software”, *Wood Material Science & Engineering*, c.11, sayı 2, ss. 102-115, 2016.
- [34] A. A. Krimpenis ve G. C. Vosniakos, “Rough milling optimisation for parts with sculptured surfaces using genetic algorithms in a Stackelberg game”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, c.20, sayı 4, ss. 447–461, 2009.
- [35] N. Fountas, A. Kimpenis, N. Vaxevanidis ve J. P. Davim, “Single and multi-objective optimization methodologies in CNC machining. In Statistical and Computational Methods in Manufacturing”, *Springer*, ss. 187–218, 2012.
- [36] B. Ślusarczyk, “Industry 4.0-are we ready”, *Polish Journal of Management Studies*, c.17, sayı 1, ss. 232-248, 2018.

- [37] T.D. Oesterreich ve F. Teuteberg, Understanding the Implications of Digitisation and Automation in the Context of Industry 4.0: A Triangulation Approach and Elements of A Research Agenda for the Costruction Industry. Comput. Ind. c.83, 121–139, 2016
- [38] B. Esen, “Türkiye’de ağaç işleme teknolojilerinin gelişimi”, AİMSAD ağaç işleme teknolojileri paneli, İzmir, Türkiye, 2018, ss. 18-22.
- [39] Erişim Tarihi: 11 Temmuz 2022
<https://www.aimsad.org/uploads/aimsad.org/files/2021katalogweb-1.pdf>
- [40] Ramazanoğlu, G. (1995). *Mimar Sinan’ da Tezyinat Anlayışı*, Birinci Baskı, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- [41] Kuşüzümü, K. H. (2010). “Yapım Teknikleri Açısından İstanbul Minareleri”, *Restorasyon Yıllığı Dergisi*, ss. 56-66.
- [42] T. Acar, “Anadolu Türk mimarisinde tabhaneli camiler”, Doktora tezi, Sanat Tarihi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2011.
- [43] M. Arslan, “Anadolu’da Selçuklu çağı cami ve mescit mimarisi”, Doktora tezi, Sanat Tarihi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 2017.
- [44] T. Bozkurt, “Osmanlı selâtin cami mihrapları”, Doktora tezi, Sanat Tarihi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2007.
- [45] Bozkurt, N. (2005). *Minber*, İslâm Ansiklopedisi, Türkiye Diyanet Vakfı, İstanbul, ss.101-103.
- [46] G. Apa, “Erken dönem Osmanlı selâtin cami minberleri” *İstem*, sayı (11), ss. 249-277, 2007.
- [47] A. Saat, “İstanbul selâtin camilerindeki vaaz kürsüleri”, Yüksek Lisans tezi, Sanat Tarihi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2008.

- [48] Erişim Tarihi: 14 Temmuz 2022
<https://okuryazarim.com/caminin-bolumleri/vaaz-kursusu/>
- [49] G. Apa, “Osmanlı geç dönem İstanbul vaaz kürsüleri”, *Ortaçağ - Türk dönemi kazıları ve sanat tarihi sempozyumu*, Çanakkale, Türkiye, 2008, ss. 2-5.
- [50] Erişim Tarihi: 20 Temmuz 2022
<https://www.trabzon.net.tr/trabzon/cami/ortahisar-fatih-camii.html>
- [51] E.İ. Kavak, “Klasik dönem İstanbul camilerinde müezzin mahfilleri”, Yüksek Lisans tezi, Sanat Tarihi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2019.
- [52] Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2022
<https://okuryazarim.com/caminin-bolumleri/muezzin-mahfili/>
- [53] M. Güler ve İ. Aktuğ Kolay, “12. yüzyıl Anadolu Türk camileri”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/A*, sayı 5, ss. 2, 2010.
- [54] A. Yüksel, “Ankara cami ve mescitlerinde Ankara üslubu”, *Tarih ve Gelecek Dergisi*, c.2, sayı 1, ss. 154-177, 2016.
- [55] S. Bayrakal, “Erken Osmanlı dönemi minberleri (1300-1500)”, Doktora tezi, Sanat Tarihi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2007.
- [56] Erişim Tarihi: 01 Ağustos 2022
<https://twitter.com/sctkr155/status/1030373945617391616>
- [57] Erişim Tarihi: 11 Temmuz 2022
http://www.divrigiulucamii.com/tr/Minber_9.html
- [58] Özbek, Y. (2002). *Osmanlı Beyliği Mimarisinde Taş Süsleme (1300-1453)*, Kültür Bakanlığı Yayınları, (ss. 92). Ankara.
- [59] Erişim Tarihi: 29 Temmuz 2022
<https://twitter.com/furkanal/status/864935904720367617>

- [60] Erişim Tarihi: 15 Şubat 2021
<https://kulturenvanteri.com/yer/nuruosmaniye-camii/>
- [61] İ. Cıda, “İstanbul Bayezid camii taş süslemeleri”, Yüksek Lisans tezi, Türk Sanatı, Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2005.
- [62] K. F. Vardar, “Rüstem Paşa camii taş süslemelerinin değerlendirilmesi”, *Türkiyat Mecmuası*, c.27, sayı 1, ss. 367-393, 2017.
- [63] S. Angı, “İstanbul tarihi yarımadaındaki antik yapılarda kullanılan doğal taşlar ve korunmuşluk durumları”, *II. Uluslararası Mermer ve Doğal Taşlar Kongresi*, İzmir, Türkiye, 2010.
- [64] Arseven, C. E. (1983). *Rumi*, Sanat Ansiklopedisi, Türkiye Turing Otomobil Kurumu Yayınları, İstanbul, ss. 2045.
- [65] N. E. Yazar ve T. Yazar, “Re-generating continuous rumî compositions”, *In Bridges 2018 Conference Proceedings*, Stockholm, Sweden, 2018, ss. 23-30.
- [66] Ünal R. H. (1982). “*Osmanlı Öncesi Anadolu Türk Mimarisinde Taçkapılar*”, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- [67] A. Kartal, “Klasik Türk edebiyatında lâle”, *Bilig Bilim ve Kültür Dergisi*, ss. 108-122, 1997.
- [68] T. Dizel, ve K. Özkaya, “Geleneksel Türk motiflerinin bazı örneklerinin marketri (kakmacılık) tekniğiyle mobilya ve ahşap yüzeylerde uygulanması”, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, sayı 37, ss. 261-279, 2019.
- [69] Mülayim, S. (1982). *Anadolu-Türk Mimarisinde Geometrik Süslemeler*, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- [70] E. Broug, *İslam Sanatında Geometrik Desenler*, İstanbul, Türkiye, Klasik Yayınları, 2016.

- [71] F. Tunç, “Amasya Osmanlı camilerinde bulunan taş bezemeler”, Yüksek Lisans tezi, Geleneksel Türk El Sanatları, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 2013.
- [72] N. Hamekasi, F.F. Samavati ve A. Nasri, “Interactive modeling of muqarnas”, *International Symposium on Computational Aesthetics in Graphics, Visualization and Imaging*, Vancouver, Canada, 2011, ss.129-136.
- [73] O. C Tuncer, “Anadolu Selçuklu taçkapılarında mukarnas”, *I. Uluslararası Selçuklu Kültür ve Medeniyeti Kongresi*, Konya, Türkiye, 2001, ss. 361-387.
- [74] Y. Dallal, ve B. Yaman, “Erken Osmanlı mimarisinde kullanılan mukarnas biçimleri (İznik, Bursa, Edirne)”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, sayı 42, ss. 75-91, 2019.
- [75] Ç. Ö. Ertunç, “Anadolu Selçuklu taçkapılarında kavsara sistemleri”, *Lale Kültür, Sanat ve Medeniyet Dergisi*, sayı 1, ss. 74-83, 2020.
- [76] R. Bozer, “15. yüzyılın ortasına kadar Anadolu Türk sanatında ahsap kapılar”, Doktora tezi, Sanat Tarihi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1992.
- [77] Erişim Tarihi: 10 Temmuz 2022
https://www.tripadvisor.com.tr/Attraction_Review-g293974-d294549-Reviews-Mihrimah_Sultan_Camii-Istanbul.html
- [78] Erişim Tarihi: 15 Haziran 2022
<https://twitter.com/sanatislamicind/status/1238123304256446464>
- [79] Erişim Tarihi: 10 Temmuz 2022
<https://twitter.com/furkanal/status/842417203483926528/photo/1>
- [80] Papila, “Mimar Sinan’ın 1540-1570 yılları arasında istanbul’da inşa ettiği camilerdeki süsleme programı”, Doktora tezi, Sanat Tarihi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [81] Erişim Tarihi: 30 Ocak 2022

<https://www.aa.com.tr/tr/ramazan-2017/hacerul-esvedin-dort-parcasini-tasiyan-cami-sokullu-mehmet-pasa/835328>

- [82] Erişim Tarihi: 18 Mayıs 2021
<https://twitter.com/furkanal/status/867788494424465408>
- [83] C. Yılmaz, “Sinan Paşa camii restorasyonunda kalemişi imalatların uygulanma seyri”, *Vakıflar I.Bölge Müdürlüğü Yayını*, İstanbul, 2010.
- [84] Erişim Tarihi: 10 Aralık 2021
<https://twitter.com/quotesendu/status/1154257808310726658/photo/1>
- [85] K. F. Vardar, “Rüstem Paşa camii taş süslemelerinin değerlendirilmesi”, *Türkiyat Mecmuası*, c.27, sayı 1, ss. 367-393, 2017.
- [86] Erişim Tarihi: 5 Kasım 2021
<https://twitter.com/HikayesiUn/status/1335539181234376706/photo/4>
- [87] Erişim Tarihi: 21 Nisan 2022
<https://twitter.com/HikayesiUn/status/1335539181234376706/photo/2>
- [88] Erişim Tarihi: 01 Temmuz 2022
<https://kulturenvanteri.com/yer/amasya-ikinci-beyazit-camii/#16/40.650463/35.827038>
- [89] A. Dünder, “Bir Belgeye Göre Amasya II. Bayezid Külliyesi”, *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, c.44, sayı 2, ss. 131-172, 2003.
- [90] Öngör, S. (2007). *Ortahisar Camii*, İslâm Ansiklopedisi, Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları, (ss. 407-408). İstanbul.
- [91] Erişim Tarihi: 28 Temmuz 2022
<https://twitter.com/gezginvizor/status/932680990845276160>
- [92] S. Yıldırım, “Bursa Yeşil camii mihrabı”, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, c.47, sayı 1, ss.165-177, 2017.
- [93] Erişim Tarihi: 11 Mart 2022

<https://www.fikriyat.com/kultur-sanat/2018/03/10/ankara-kalesinde-bir-arslan>

- [94] Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2022
<http://www.selcuklumirasi.com/architecture-detail/arslanhane-camii>
- [95] B. Eskici, “Anadolu Selçuklu ve beylikler dönemlerinde alçı mihraplar”, *Sanat Tarihi Dergisi*, c.15, sayı 1, ss. 57-75, 2006.
- [96] C. Söğütü, N. Döngel, A. Togay ve İ. Döngel, “İstanbul’da bulunan Mimar Sinan eseri cami ahşap kapı ve pencere iç kepenklerinin malzeme, boyut, süsleme ve yapım tekniği açısından incelenmesi”, *Politeknik Dergisi*, c.17, sayı 2, ss. 49-57, 2014.
- [97] Pala, İ. (2006). *Mühr-i Süleyman*, İslam Ansiklopedisi, Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları, c. 31, ss. 526, İstanbul.
- [98] Bozer, R., “Ahsap Sanatı”, Anadolu Selçukluları ve beylikler dönemi uygarlığı (Mimarlık ve Sanat), (Ed. A.U.Peker-K.Bilici), c.2, ss. 533-541, Ankara, 2006.
- [99] Öney, G. (1970). Anadolu’da Selçuklu ve Beylikler Devri Ahsap Teknikleri, Sanat Tarihi Yıllığı, c.3, ss. 135-149, İstanbul.
- [100] Erişim Tarihi: 05 Temmuz 2022 <https://islamansiklopedisi.org.tr/oymacilik>
- [101] D. Yılmaz, “Türkiye’de geleneksel ahşap işçiliği ve çağdaş ahşap yontu sanatı”, Yüksek lisans tezi, Sanat Tarihi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2001.
- [102] Eyigün, S. ve Metin, A.B., 2007. “Derin Bir El Mahareti Kündekari”. *Skylife Dergisi*, Ağustos sayısı.
- [103] C. Söğütü, “Bazı yerli ağaç türlerinin kündekari yapımında kullanım imkanları”, Doktora tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2004.
- [104] F. Özdemir, “Kündekari tekniğinin dekorasyonda uygulaması”, *1. Ulusal Mobilya Kongresi*, Ankara, Türkiye, 1999, ss. 427-434.

- [105] G. Kürklü, “Geleneksel Türk ahşap sanatı künde-kari ve günümüz teknolojisine sahip atölye ortamında yapılabilirliği”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c.11, sayı 1, ss. 13-20, 2011.
- [106] <https://archives.saltresearch.org/handle/123456789/202354> SALT Araştırma, Harika-Kemali Söylemezoğlu Arşivi
- [107] Arascıklı, M. ve Keskin, H. (2002). *Ahşap Süsleme Teknikleri*, Gazi Kitabevi, ss.184-194, Ankara.
- [108] Erişim Tarihi: 16 Haziran 2022
<http://bursadazamandergisi.com/makaleler/kundekari-sanati-3633.html>
- [109] Erdemir, Y. (2009). *Alâeddin Camii ve Türbeleri*, İl Kültür Ve Turizm Müdürlüğü Yayınları, Konya.
- [110] N. Detseli, “Selçuklu dönemi ahşap minberlerine bir örnek: Konya Alâeddin Camii minberi”, *İslâm, Sanat, Tarih, Edebiyat ve Mûsikîsi Dergisi*, sayı 33, ss. 213-239, 2019.
- [111] Erişim Tarihi: 09 Temmuz 2022
https://www.mustafacambaz.com/details.php?image_id=19778
- [112] Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2022
<https://twitter.com/oart7218/status/974993620309770240/photo/1>
- [113] Erişim Tarihi: 03 Mart 2022
<https://www.bursa.bel.tr/yeni-kesfedilen-gok-cisimlerine-ulu-cami-minberinden-ipucu/haber/23370#gallery-4>
- [114] S. Seçkin, “Gürcistan/Acara Keda bölgesindeki Osmanlı dönemi camileri”, *Electronic Turkish Studies*, c.13, sayı 18, ss. 1133-1169, 2018.
- [115] R. Coşkun ve B. Çelebioğlu, “Artvin Borçka’daki yığma ahşap camiler”, *Bab Mimarlık ve Tasarım Dergisi*, c.1, sayı 2, ss. 142-160, 2020.
- [116] Erişim Tarihi: 15 Nisan 2022

<https://twitter.com/setkrl55/status/1030373945617391616>

- [117] K. Ö Akgül, “Ankara Arslanhane ve Ankara Alaeddin camii minber süslemeleri, Yüksek Lisans tezi, Uygulamalı Resim Bölümü, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1992.
- [118] Ebru Karakaya, "Mehmed Paşa Külliyesi", TDV İslâm Ansiklopedisi, <https://islamansiklopedisi.org.tr/mehmed-pasa-kuliyesi> (14.02.2021).
- [119] Erişim Tarihi: 04 Ekim 2021
https://www.tripadvisor.com.tr/ShowUserReviews-g1600795-d12818616-r683772130-Mehmet_Pasa_Camii
- [120] Y. Özbek, “Amasya Mehmet Pasa camii minberi”, *Uluslararası Dördüncü Türk Kültürü Kongresi 4-7 Kasım 1997*, Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayınları, c.2, ss. 147-154, Ankara, Türkiye, 2000.
- [121] Erişim Tarihi: 25 Şubat 2022
<https://dergi.diyaret.gov.tr/makaledetay.php?ID=3133>
- [122] Erişim Tarihi: 17 Nisan 2022
<https://www.fibrobeton.com.tr/proje-tamamlanan-projeler-marmara-universitesi-ilahiyat-fakultesi-camii-altunizade-88>
- [123] Erişim Tarihi: 10 Temmuz 2022
<https://mozartcultures.com/turkiyede-cagdas-cami-mimarisinde-egilimler-marmara-universitesi-ilahiyat-fakultesi-cami-ve-kultur-merkezi/>
- [124] Erişim Tarihi: 10 Temmuz 2022
<https://www.haberturk.com/trabzon-haberleri/80609527-bu-caminin-dunyada-bir-benzeri-daha-yoktrabzonda-yapimi-suren-hazreti-ebubekir-camii>
- [125] A. Salimi, “İslam ülkelerinde çağdaş cami mimarisi sorunsalı”, Yüksek Lisans tezi, Mimarlık, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yakınoğu Üniversitesi, Lefkoşa, Kıbrıs, 2013.
- [126] Keay, R. W. J. (1989). Trees of Nigueria (No. 582.16 K229t Ej. 1 001939).

OUP,.

- [127] C. Ouinsavi, N. Sokpon, ve O. Bada, “Utilization and traditional strategies of in situ conservation of iroko (*Milicia excelsa* Welw. CC Berg) in Benin”, *Forest Ecology and management*, c.207, sayı 3, ss. 341-350, 2005.
- [128] A. Y. Bozkurt ve N. Erdin, Ticarete Önemli Yabancı Ağaçlar, İstanbul, Türkiye: *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları*, 1989.
- [129] Lemaigen, G. (1986). *Atlas Des Bois Tropicaux Tome I- Afrique*, ss. 96-97, ATIBT (Association Internationale Technique des Bois Tropicaux).
- [130] ATIBT (Association Internationale Technique des Bois Tropicale), 1990. Tropical Timber Atlas, ATIBT Publications, Paris.
- [131] N. As, “Ahşap parkelerde önemli bazı teknolojik özellikler”, *Zemin Kaplama Malzemeleri Sektör Dergisi*, sayı 4, ss.16, 2003.
- [132] Lemaigen, G. (1986). *Atlas Des Bois Tropicaux Tome I- Afrique*, ss. 176-177, ATIBT (Association Internationale Technique des Bois Tropicaux).
- [133] D. Semizer-Cuming, E. D. Kjær ve R. Finkeldey, “Gene flow of common ash (*Fraxinus excelsior* L.) in a fragmented landscape”, *PloS One*, c.12, sayı 10, 2017.
- [134] F. Yaltırık ve A. Efe, Dendroloji ders kitabı Gymnospermae-Angiospermae, İstanbul, Türkiye: *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, 1994.
- [135] A. Y. Bozkurt ve N. Erdin, Odun Anatomisi, İstanbul, Türkiye: *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, 2000.
- [136] Y. Örs ve H. Keskin, *Ağaç Malzeme Bilgisi*, Ankara, Türkiye: Atlas Yayınevi, 2001.
- [137] N. As, K. H. Koç, D. Doğu, C. Atik, B. Aksu ve S. Erdinler, “Türkiye’de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri”, *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, c.51, sayı 1, ss. 71-88, 2001.

- [138] H. İ Şahin ve C. Güler, “Hızlı gelişen dar yapraklı dişbudak (*fraxinus angustifolia vahl*) odununun orman ürünleri endüstrisinde değerlendirilmesi”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part:C, Tasarım ve Teknoloji*, c.3, sayı 1, ss. 357-365, 2015.
- [139] R. Ayter, “*Aşılı Ceviz Fidan Üretimi Semineri*, T.C. Orman Bakanlığı, AGM. Genel Müd., Bolu, 1993.
- [140] R. Kantay, N. As, ve Ö. Ünsal, “Ceviz (*Juglans regia L.*) odununun yoğunluğu ve bazı mekanik özellikleri”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, c.24, sayı 6 ss. 751-756, 2000.
- [141] A. Berkel, *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1970.
- [142] Ö. Ünsal, “Ceviz kerestesinin teknik kurutma özellikleri üzerine araştırmalar”, Yüksek Lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1994.
- [143] D. Doğu, K. H. Koç, N. As, C. Atik, B. Aksu ve S. Erdinler, “Türkiye’de yetişen endüstriyel önem sahip ağaçların temel kimlik bilgileri ve kullanıma yönelik genel değerlendirme”, *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, c.51, sayı 2, ss. 69-84, 2001.
- [144] Erişim Tarihi: 11 Temmuz 2022
<http://www.gamamekatronik.com/icerik/41/cnc-ahsap-isleme-megatron-tezga-hi.html>
- [145] Erişim Tarihi: 10 Temmuz 2022
<https://www.alphacam.com/ALPHACAM-router/> 21/06/2022
- [146] Determination of Values of Surface Roughness Parameters Ra, Rz, Rmax Using Electrical Contact (Stylus) Instruments, Concepts and Measuring Conditions, Deutsches Institut für Norming DIN 4768, Berlin, Germany, May, 1990.
- [147] S. Hızıroğlu, “Surface roughness analysis of wood composites: a stylus method”, *Forest Products Journal*, c.46, sayı 7/8, ss. 67-72, 1996.

- [148] Sedlecký, M., Kvietková, M. S. ve Kminiak, R. (2018), “Medium-density Fiberboard (MDF) and Edge-glued Panels (EGP) after Edge Milling-Surface Roughness after Machining with Different Parameters”, *BioResources*, 13(1), 2005-2021.
- [149] H. Ulusoy, 2011, “Bazı ağaç türü odunlarının anatomik yapıları ve işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon
- [150] Malkoçoğlu, A. ve Özdemir, T., Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen Önemli Bazı Ağaç Türleri Odunlarının İşlenme Özellikleri, Proje Sonuç Raporu, Trabzon, 2003
- [151] Z.W. Zhong, S. Hızıroğlu ve C. T. M. Cihan, “Measurement of the surface roughness of wood based materials used in furniture manufacture”, *Measurement*, s. 46, c.4, ss. 1482-1487, 2013
- [152] E. O. Çakıroğlu, A. Demir, İ. Aydın ve Ü. Büyüksarı, "Prediction of optimum CNC cutting conditions using artificial neural network models for the best wood surface quality, low energy consumption, and time savings", *BioResources*, c.17, sayı 2, ss. 2501-2524, 2022.
- [153] Davim, J. Paulo. Clemente, V. C. Silva, Sérgio., 2009, Surface roughness aspects in milling MDF (medium density fibreboard), *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, s.40, c.1-2, ss.49-55
- [154] Sönmez, A., Söğütlü, C. (2005). “Rendeleme işleminin ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğüne etkisi”. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(3), 287-293.
- [155] Valarmathi, T. N., Palanikumar, K. and Sekar, S. (2013). “Parametric analysis on delamination in drilling of wood composite panels”. *Indian Journal of Science and Technology*, 6(4).
- [156] Ü. Karagöz, (2010). Ahşap malzemenin CNC ile işlenmesinde yüzey kalitesini etkileyen işleme parametrelerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman

- [157] Sofuoğlu, S. D. (2015), Determination of Optimal Machining Parameters of Massive Wooden Edge-Glued Panels Made of European larch (*Larix decidua* Mill.) using Taguchi Design Method, *BioResources*, 10(4), 7772-7781.
- [158] Prakash, S., & Palanikumar, K. (2011). —Modeling for prediction of surface roughness in drilling MDF panels using response surface methodology. *Journal of Composite Materials*, 45(16), 1639-1646.
- [159] C.C.Tsao, H.Hocheng, 2008, Evaluation of thrust force and surface roughness in drilling composite material using Taguchi analysis and neural network, *Journal of Materials Processing Technology*, c.203, s.1-3, ss.342-348.
- [160] Tiryaki, S. (2014). “Odunun işlenmesinde yüzey pürüzlülüğü üzerine etkili faktörler”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15, 176-182
- [161] Sütçü, A., and Karagöz, Ü. (2012). “Effect of machining parameters on surface quality after face milling of MDF”, *Wood Research*, 57(2), 231-240.
- [162] Suresh, S., Abdul Hamid, D., Yazid, M. Z. A., Che Daud, N. R., & Mohd Din, N. N. L. (2017). “An investigation into the impact of flexural elastic modulus on the dimensional instability in CNC turning of titanium alloy grade 5-Ti6Al4V”. *Journal of Mechanical Engineering (JMeChE)*, (2), 73-85.
- [163] De Deus, P. R., de Sampaio Alves, M. C. ve Vieira, F. H. A. (2015). “The quality of MDF workpieces machined in CNC milling machine in cutting speeds, feedrate, and depth of cut”, *Meccanica*, 50(12), 2899-2906.
- [164] Sarıkaya, M. ve Güllü, A. (2014). “Taguchi design and response surface methodology based analysis of machining parameters in CNC turning under MQL”, *Journal of Cleaner Production*, 65, 604-616.
- [165] Hazir, E., Erdinler, E. S. ve Koc, K. H. (2018). “Optimization of CNC cutting parameters using design of experiment (DOE) and desirability function”, *Journal of forestry research*, 29(5), 1423-1434.

- [166] Sofuoglu, S. D. (2017). "Determination of optimal machining parameters of massive wooden edge glued panels which is made of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) using Taguchi design method", *European Journal of Wood and Wood Products*, 75(1), 33-42.
- [167] Örs, Y., Baykan, İ., (1999), "Masif Ağaç Malzemedeki Rendeleme ve Zımparalamanın Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri", *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(3), 557-582
- [168] İşleyen, Ü. K. ve Karamanoğlu, M. (2019). "The influence of machining parameters on surface roughness of MDF in milling operation", *BioResources*, 14(2), 3266-3277.
- [169] S. Q. Shi ve D. J. Gardner, "Dynamic adhesive wettability of wood", *Wood and Fiber Science*, c.33, sayı 1, ss. 58-68, 2001.
- [170] Ayırmis, N., Candan, Z., Akbulut, T. ve Balkiz, O. (2010). "Effect of sanding on surface properties of medium density fiberboard". *Drvna industrija*, 61(3), 175-181.
- [171] Ayırmis, N. (2011). "Effect of fire retardants on surface roughness and wettability of wood plastic composite panels". *BioResources*, 6(3), 3178-3187.
- [172] Candan, Z., Büyüksarı, U., Korkut, S., Unsal, O. ve Çakıcıer, N. (2012). "Wettability and surface roughness of thermally modified plywood panels". *Industrial Crops and Products*, 36(1), 434-436.
- [173] Akgül, M., Korkut, S., Çamlıbel, O., Candan, Z. ve Akbulut, T. (2012). "Wettability and surface roughness characteristics of medium density fiberboard panels from rhododendron (*Rhododendron ponticum*) biomass". *Maderas. Ciencia y tecnología*, 14(2), 185-193.
- [174] Kamke, F. A. ve Lee, J. N. (2007). "Adhesive penetration in wood a review". *Wood and Fiber Science*, 205-220.
- [175] Chau, T. T., Bruckard, W. J., Koh, P. T. L. ve Nguyen, A. V. (2009). "A review of factors that affect contact angle and implications for flotation

practice”. *Advances in colloid and interface science*, 150(2), 106-115.

- [176] Demir, A., Birinci, A. U. ve Ozturk, H. (2021). “Determination of the surface characteristics of medium density fibreboard processed with CNC machine and optimisation of CNC process parameters by using artificial neural network”. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 35, 929-942.
- [177] Hosseinabadi, H. N., Sajjadi, S. A. ve Amini, S. (2018). “Creating micro textured surfaces for the improvement of surface wettability through ultrasonic vibration assisted turning,” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 96(5), 2825-2839.
- [178] Camposeco-Negrete, C. (2013). “Optimization of cutting parameters for minimizing energy consumption in turning of AISI 6061 T6 using Taguchi methodology and ANOVA,” *Journal of Cleaner Production*, 53(16), 195-203.
- [179] Li, C., Li, L., Tang, Y., Zhu, Y. ve Li, L. (2019). “A comprehensive approach to parameters optimization of energy-aware CNC milling,” *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(1), 123-138.
- [180] Bal, B. C., & Dumanoglu, F. (2019). “Surface Roughness and Processing Time of a Medium Density Fiberboard Cabinet Door Processed via CNC Router, and the Energy Consumption of the CNC Router”. *BioResources*, 14(4), 9500-9508.

9. EKLER

9.1. EK 1: YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÖLÇÜM VERİLERİ

Çizelge 9.1. İroko ağaç türüne göre ra, ry ve rz ortalama (X) ve standart sapmaları (S).

Grup		Ra	Ry	Rz	Grup	Ra	Ry	Rz	Grup	Ra	Ry	Rz
İ1	X	3,3	28,9	23,4	İ10	2,7	24,2	18,5	İ19	3,5	38,3	25,0
	S	0,9	9,7	6,9		0,7	6,6	5,1		0,6	6,8	3,3
İ2	X	3,3	31,2	23,5	İ11	2,9	25,0	20,2	İ20	2,6	21,4	17,4
	S	0,5	9,4	5,0		0,7	8,1	6,1		0,3	4,6	2,2
İ3	X	4,4	44,2	32,2	İ12	3,0	31,3	21,0	İ21	2,8	23,3	18,6
	S	0,6	9,4	6,9		0,7	8,6	5,0		0,6	5,9	3,9
İ4	X	3,9	44,2	30,4	İ13	4,2	42,2	30,7	İ22	2,8	26,7	21,8
	S	0,5	9,1	7,1		0,8	9,4	7,4		0,9	7,6	9,4
İ5	X	3,6	32,6	25,3	İ14	3,5	33,0	23,5	İ23	3,8	35,4	25,1
	S	0,8	7,7	5,2		1,0	9,6	5,7		0,9	8,2	4,4
İ6	X	4,2	36,7	29,1	İ15	3,4	30,2	23,1	İ24	3,2	31,8	22,3
	S	0,6	9,8	6,0		0,9	7,5	5,9		0,8	9,8	6,2
İ7	X	3,4	36,3	24,7	İ16	3,5	35,3	24,6	İ25	2,4	22,3	17,5
	S	0,9	6,6	6,1		0,8	9,9	5,3		0,7	8,9	6,9
İ8	X	4,1	35,6	28,3	İ17	2,7	25,0	18,7	İ26	4,0	37,1	29,9
	S	1,0	9,1	6,1		0,7	8,6	4,7		0,8	9,5	7,4
İ9	X	4,0	36,0	28,0	İ18	3,8	37,6	25,1	İ27	3,0	26,8	21,3
	S	0,8	9,1	8,5		0,6	9,5	7,9		0,6	8,8	5,5

Çizelge 9.2. Sapelli ağaç türüne göre ra, ry ve rz ortalama değerleri ve standart sapmaları.

Grup		Ra	Ry	Rz	Grup	Ra	Ry	Rz	Grup	Ra	Ry	Rz
S1	X	4,2	42,5	31,4	S10	7,0	60,8	46,1	S19	5,1	55,0	35,4
	S	0,8	7,6	4,2		0,4	9,0	5,3		0,9	7,4	8,1
S2	X	5,0	48,7	36,7	S11	5,3	48,2	35,9	S20	5,6	47,2	36,6
	S	0,3	8,5	5,1		0,7	9,4	6,3		0,7	9,5	4,8
S3	X	6,4	59,6	42,4	S12	6,3	52,6	38,6	S21	6,9	70,4	54,0
	S	1,0	5,5	6,9		0,9	8,2	9,2		0,6	8,7	8,2
S4	X	5,9	55,4	42,3	S13	5,6	54,2	36,6	S22	5,4	44,8	38,4
	S	0,8	8,9	7,7		0,8	8,1	5,5		0,7	9,4	9,3
S5	X	5,4	48,2	36,7	S14	6,5	60,7	42,0	S23	6,1	52,9	42,9
	S	0,9	9,5	3,8		1,0	9,8	6,8		0,7	9,3	9,4
S6	X	5,6	51,2	39,8	S15	5,8	51,7	38,5	S24	5,1	45,3	33,3
	S	1,0	9,2	6,3		0,9	9,5	8,7		0,5	9,6	5,8
S7	X	6,3	59,0	42,9	S16	5,7	47,4	37,3	S25	5,1	44,3	34,9
	S	1,0	8,9	6,7		0,9	8,5	8,1		0,7	9,8	5,0
S8	X	5,5	47,6	36,1	S17	6,4	56,3	44,1	S26	5,0	42,2	34,3
	S	1,0	6,7	4,6		0,6	9,9	9,7		0,6	8,6	7,3
S9	X	6,4	54,4	43,7	S18	4,6	37,7	31,6	S27	6,5	51,9	39,9
	S	0,8	8,4	6,8		0,7	9,1	7,9		0,9	8,8	6,0

Çizelge 9.3. Ceviz ağaç türüne göre ra, ry ve rz ortalama değerleri ve standart sapmaları.

Grup		Ra	Ry	Rz	Grup	Ra	Ry	Rz	Grup	Ra	Ry	Rz
C1	X	6,8	64,4	45,6	C10	4,5	45,3	29,2	C19	5,2	49,1	34,5
	S	1,0	9,3	5,1		0,8	6,4	6,2		0,9	9,4	5,8
C2	X	5,2	47,0	36,8	C11	5,5	40,1	36,1	C20	4,6	42,3	29,4
	S	0,8	9,2	5,8		0,9	5,8	8,2		0,8	9,3	5,8
C3	X	7,2	54,7	45,2	C12	5,9	42,2	35,3	C21	4,2	37,9	27,4
	S	0,5	10,0	5,8		0,9	9,7	7,6		0,5	7,6	3,4
C4	X	6,2	59,9	44,8	C13	4,3	30,2	27,3	C22	4,1	36,3	26,8
	S	0,9	7,8	8,7		0,7	7,4	7,8		0,7	9,0	4,9
C5	X	4,6	40,3	32,2	C14	5,2	42,4	31,5	C23	5,0	43,3	33,1
	S	0,9	7,5	7,6		0,6	9,4	4,3		0,7	10,0	6,1
C6	X	6,2	54,1	39,3	C15	5,3	42,8	32,7	C24	5,9	50,8	36,8
	S	0,9	9,8	7,2		1,0	9,2	6,2		0,6	9,7	5,4
C7	X	4,2	39,9	31,2	C16	6,0	61,8	39,1	C25	5,5	43,4	33,7
	S	0,8	9,5	7,3		0,9	8,3	7,6		0,8	9,4	4,9
C8	X	4,8	38,4	30,2	C17	4,9	40,2	30,5	C26	5,3	38,0	32,8
	S	0,9	9,9	5,8		0,8	8,1	4,9		0,8	7,3	7,0
C9	X	5,9	49,8	37,4	C18	4,4	37,0	29,6	C27	4,6	38,6	28,8
	S	0,8	8,5	5,4		0,7	7,5	4,9		0,9	7,2	3,0

Çizelge 9.4. Dişbudak ağaç türüne göre ra, ry ve rz ortalama değerleri ve standart sapmaları.

Grup		Ra	Ry	Rz	Grup	Ra	Ry	Rz	Grup	Ra	Ry	Rz
D1	X	4,4	36,7	30,1	D10	3,2	30,7	24,0	D19	3,4	34,8	27,0
	S	0,9	8,9	5,5		0,7	9,2	5,1		0,8	9,8	8,2
D2	X	3,7	30,9	24,7	D11	3,8	37,5	28,1	D20	3,1	28,7	21,4
	S	0,7	7,0	5,3		0,7	9,6	7,1		0,8	9,2	6,0
D3	X	4,9	38,7	31,5	D12	4,0	34,3	25,6	D21	3,6	31,1	23,9
	S	0,9	6,1	6,1		0,5	9,3	4,2		0,8	9,8	7,7
D4	X	4,3	35,8	30,1	D13	2,4	26,0	19,4	D22	3,2	26,0	20,8
	S	0,8	8,1	5,9		0,7	8,0	5,1		0,5	4,9	5,0
D5	X	3,6	29,2	25,1	D14	3,2	30,2	23,6	D23	3,0	24,6	20,3
	S	0,9	6,2	5,2		0,8	9,5	6,9		0,4	4,6	3,3
D6	X	4,0	31,3	26,2	D15	3,7	35,3	26,2	D24	3,8	36,4	26,8
	S	0,9	7,6	5,8		1,0	9,1	7,8		0,6	9,7	5,3
D7	X	2,8	22,5	19,1	D16	3,5	31,3	25,2	D25	2,6	25,0	19,4
	S	0,6	6,0	3,4		0,9	9,8	7,9		0,5	7,6	4,9
D8	X	3,4	27,2	24,5	D17	4,7	38,1	30,9	D26	2,9	27,0	21,0
	S	0,9	8,6	8,0		1,0	9,6	5,9		0,7	9,9	6,6
D9	X	3,8	33,6	26,4	D18	2,7	24,1	18,7	D27	4,0	35,3	26,5
	S	0,6	8,7	5,9		0,5	8,1	3,5		0,8	8,3	4,6

Çizelge 9.5. Ladin ağaç türüne göre ra, ry ve rz ortalama değerleri ve standart sapmaları.

Grup		Ra	Ry	Rz	Grup	Ra	Ry	Rz	Grup	Ra	Ry	Rz
L1	X	4,2	34,8	28,2	L10	3,6	34,6	24,1	L19	4,3	37,4	30,5
	S	0,9	8,0	6,2		0,8	9,6	4,8		0,6	8,8	7,3
L2	X	4,2	41,7	32,3	L11	3,1	26,6	20,5	L20	4,5	44,1	33,7
	S	0,5	6,7	5,3		0,6	6,9	4,1		0,8	9,5	6,6
L3	X	4,8	43,0	34,6	L12	4,4	40,2	28,0	L21	6,0	52,0	41,3
	S	0,9	8,1	6,5		0,6	5,0	4,5		0,5	5,3	2,6
L4	X	3,0	26,0	21,8	L13	3,2	31,1	21,9	L22	4,0	34,6	28,2
	S	0,4	5,8	4,9		0,7	6,7	3,7		0,9	8,8	6,2
L5	X	3,8	34,0	26,0	L14	3,2	28,1	20,2	L23	4,5	40,6	31,9
	S	0,5	6,2	3,7		0,5	6,6	4,5		0,7	9,6	5,2
L6	X	3,2	24,8	21,3	L15	4,1	35,3	26,8	L24	5,9	49,2	38,3
	S	0,8	6,2	5,1		0,9	9,8	5,3		1,0	8,5	5,8
L7	X	3,2	30,8	23,9	L16	3,3	29,9	22,5	L25	4,6	42,2	32,6
	S	0,6	9,3	3,5		0,8	7,0	4,0		0,7	8,4	7,9
L8	X	3,7	32,6	25,4	L17	5,0	42,3	34,8	L26	4,9	41,7	33,4
	S	0,8	8,5	6,6		0,9	7,8	6,2		1,0	9,8	6,1
L9	X	4,1	36,6	26,4	L18	4,7	42,4	35,2	L27	6,8	67,7	49,3
	S	0,7	8,1	4,9		1,0	8,8	9,1		0,6	9,2	5,4

9.2. EK 2: ISLANABİLİRLİK ÖLÇÜM VERİLERİ

Çizelge 9.6. İroko ağaç türüne göre ıslanabilirlik temas açısı ortalama değerleri.

Grup	Islanabilirlik Temas	Grup	Islanabilirlik Temas	Grup	Islanabilirlik Temas
İ1	103,16	İ10	94,24	İ19	104,8
İ2	101,1	İ11	96,08	İ20	98,98
İ3	96,36	İ12	96,6	İ21	98,48
İ4	102,34	İ13	95,72	İ22	102,96
İ5	102,12	İ14	98,82	İ23	98,98
İ6	104,94	İ15	98,86	İ24	94,22
İ7	104,74	İ16	92,74	İ25	100,08
İ8	99,14	İ17	94,4	İ26	100,66
İ9	100,22	İ18	92,48	İ27	95,62

Çizelge 9.7. Sapelli ağaç türüne göre ıslanabilirlik temas açısı ortalama değerleri.

Grup	Islanabilirlik Temas	Grup	Islanabilirlik Temas	Grup	Islanabilirlik Temas
S1	79,88	S10	78,26	S19	86,8
S2	79,2	S11	88,42	S20	77,78
S3	84,26	S12	83,06	S21	78,42
S4	82,64	S13	88,32	S22	81,92
S5	88,48	S14	82,88	S23	83,82
S6	83,42	S15	87,74	S24	81,16
S7	82,48	S16	86,3	S25	80,58
S8	81,64	S17	80,94	S26	79,18
S9	75,04	S18	80,92	S27	82,38

Çizelge 9.8. Ceviz ağaç türüne göre ıslanabilirlik temas açısı ortalama değerleri.

Grup	Islanabilirlik Temas	Grup	Islanabilirlik Temas	Grup	Islanabilirlik Temas
C1	78,682	C10	75	C19	94,76
C2	87,48	C11	78,48	C20	101,42
C3	85,84	C12	75,96	C21	102,76
C4	82,22	C13	86,98	C22	92,04
C5	87,76	C14	91,5	C23	96,82
C6	98,746	C15	92,7	C24	96,06
C7	97,34	C16	90,18	C25	95,7
C8	95,92	C17	96,68	C26	91,74
C9	96,68	C18	89,6	C27	96,68

Çizelge 9.9. Dişbudak ağaç türüne göre ıslanabilirlik temas açısı ortalama değerleri.

Grup	Islanabilirlik Temas	Grup	Islanabilirlik Temas	Grup	Islanabilirlik Temas
D1	87,46	D10	89,22	D19	83,9
D2	77,78	D11	77,66	D20	81,28
D3	77,7	D12	82,54	D21	78,8
D4	77,7	D13	83,08	D22	74,3
D5	85,38	D14	85,06	D23	82,54
D6	82,86	D15	85,86	D24	82,98
D7	79,34	D16	83,14	D25	80,68
D8	78,28	D17	81,62	D26	87,72
D9	80,22	D18	84,18	D27	82,32

Çizelge 9.10. Ladin ağaç türüne göre ıslanabilirlik temas açısı ortalama değerleri.

Grup	Islanabilirlik Temas	Grup	Islanabilirlik Temas	Grup	Islanabilirlik Temas
L1	81,62	L10	83,22	L19	75,82
L2	78,06	L11	81,94	L20	79,46
L3	76,48	L12	79,02	L21	84,86
L4	87,96	L13	80,26	L22	87,2
L5	83,24	L14	88,18	L23	83,16
L6	84,6	L15	84,34	L24	82,42
L7	83,56	L16	84,62	L25	81,54
L8	78,94	L17	88,22	L26	76,24
L9	88,18	L18	76,18	L27	81,92

9.3. EK 3: ELEKTRİK TÜKETİMİ ÖLÇÜM VERİLERİ

Çizelge 9.11 3mm kesici takımına göre ölçülen elektrik enerji tüketimleri.

Ağaç türü, spindell devir hızı, kesme hızı ve bıçak türüne göre harcanan elektrik enerjisi ölçümü							
3 mm kesici bıçak							
Ladin				Sapelli			
	1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark		1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark
L1	173,737	173,966	229	S1	186,017	186,248	231
L2	174,110	174,245	135	S2	186,345	186,476	131
L3	174,330	174,428	98	S3	186,560	186,658	98
L4	174,491	174,723	232	S4	186,737	186,970	233
L5	174,790	174,921	131	S5	187,070	187,201	131
L6	175,000	175,102	102	S6	187,269	187,365	96
L7	175,154	175,382	228	S7	187,450	187,681	231
L8	175,450	175,581	131	S8	187,751	187,882	131
L9	175,651	175,749	98	S9	187,951	188,050	99

3 mm kesici bıçak							
Dişbudak				Ceviz			
	1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark		1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark
D1	213,302	213,533	231	C1	222,672	222,902	230
D2	213,655	213,789	134	C2	222,997	223,129	132
D3	213,861	213,960	99	C3	223,196	223,295	99
D4	214,030	214,263	233	C4	223,350	223,579	229
D5	214,341	214,473	132	C5	223,646	223,776	130
D6	214,531	214,627	96	C6	223,831	223,930	99
D7	214,691	214,926	235	C7	223,981	224,210	229
D8	215,000	215,138	138	C8	224,302	224,435	133
D9	215,209	215,307	98	C9	224,486	224,586	100

3 Mm Kesici Bıçak							
İroko							
	1. Ölçüm (Kw)	2. Ölçüm (Kw)	Fark				
İ1	192,141	192,375	234				
İ2	192,460	192,595	135				
İ3	192,661	192,760	99				
İ4	192,861	193,102	241				
İ5	193,194	193,329	135				
İ6	193,385	193,486	101				
İ7	193,530	193,784	254				
İ8	193,849	193,980	131				
İ9	194,050	194,151	101				

Çizelge 9.12. 6mm kesici takımına göre ölçülen elektrik enerji tüketimleri.

Ağaç türü, spindell devir hızı, kesme hızı ve bıçak türüne göre harcanan elektrik enerjisi ölçümü							
6 mm kesici bıçak							
Ladin				Sapelli			
	1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark		1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark
L10	233,735	233,849	114	S10	249,472	249,581	109
L11	233,902	233,971	69	S11	249,583	249,668	85
L12	234,029	234,080	51	S12	249,767	249,823	56
L13	234,148	234,263	115	S13	249,887	250,011	124
L14	234,324	234,390	66	S14	250,073	250,146	73
L15	234,451	234,501	50	S15	250,214	250,266	52
L16	234,658	234,774	116	S16	250,316	250,430	114
L17	234,816	234,879	63	S17	250,506	250,574	68
L18	234,943	234,993	50	S18	250,623	250,675	52

6 mm kesici bıçak							
Dişbudak				Ceviz			
	1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark		1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark
D10	270,296	270,422	126	C10	259,808	259,933	125
D11	270,479	270,552	73	C11	260,014	260,087	73
D12	270,605	270,662	57	C12	260,134	260,189	55
D13	270,723	270,847	124	C13	260,255	260,381	126
D14	270,909	270,981	72	C14	260,456	260,530	74
D15	271,093	271,150	57	C15	260,574	260,632	58
D16	271,217	271,340	123	C16	260,681	260,809	128
D17	271,401	271,476	75	C17	260,871	260,944	73
D18	271,520	271,574	54	C18	260,991	261,048	57

6 mm kesici bıçak							
İroko							
	1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark				
İ10	242,005	242,118	113				
İ11	242,177	242,246	69				
İ12	242,327	242,377	50				
İ13	242,530	242,643	113				
İ14	242,688	242,751	63				
İ15	242,798	242,850	52				
İ16	242,890	243,010	120				
İ17	243,066	243,132	66				
İ18	243,174	243,224	50				

Çizelge 9.13. 8 mm kesici takımına göre ölçülen elektrik enerji tüketimleri.

Ağaç türü, spindell devir hızı, kesme hızı ve bıçak türüne göre harcanan elektrik enerjisi ölçümü							
8 mm kesici bıçak							
Ladin				Sapelli			
	1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark		1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark
L19	278,706	278,797	91	S19	284,743	284,836	93
L20	278,864	278,915	51	S20	284,890	284,944	54
L21	279,004	279,045	41	S21	285,006	285,046	40
L22	279,112	279,201	89	S22	285,111	285,201	90
L23	279,255	279,310	55	S23	285,254	285,308	54
L24	279,368	279,408	40	S24	285,436	285,474	38
L25	279,470	279,557	87	S25	285,526	285,615	89
L26	279,635	279,689	54	S26	285,671	285,725	54
L27	279,757	279,799	42	S27	285,777	285,818	41

8 mm kesici bıçak							
Dişbudak				Ceviz			
	1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark		1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark
D19	296,507	296,612	105	C19	291,598	291,689	91
D20	296,664	296,719	55	C20	291,742	291,796	54
D21	296,766	296,806	40	C21	291,850	291,892	42
D22	296,854	296,951	97	C22	291,976	292,064	88
D23	296,998	297,053	55	C23	292,115	292,170	55
D24	297,131	297,171	40	C24	292,225	292,267	42
D25	297,226	297,314	88	C25	292,310	292,402	92
D26	297,366	297,422	56	C26	292,449	292,504	55
D27	297,512	297,554	42	C27	292,563	292,605	42

8 mm kesici bıçak							
İroko							
	1. ölçüm (kw)	2. ölçüm (kw)	Fark				
İ19	306,114	306,204	90				
İ20	306,264	306,319	55				
İ21	306,371	306,413	42				
İ22	306,472	306,563	91				
İ23	306,609	306,665	56				
İ24	306,726	306,768	42				
İ25	306,846	306,936	90				
İ26	307,004	307,056	52				
İ27	307,131	307,169	38				

9.4. EK 4: İŞLEM SÜRELERİ ÖLÇÜM VERİLERİ

Çizelge 9.14. 3mm kesici takımına göre ölçülen işlem süreleri.

Ağaç türü, spindell devir hızı, kesme hızı ve bıçak türüne göre işlem süresi ölçümü (saniye)							
3 mm kesici bıçak							
Ladin				Sapelli			
	1. ölçüm	2. ölçüm	Fark		1. ölçüm	2. ölçüm	Fark
L1	38	2,25	107	S1	1,15	3,4	109
L2	2,37	3,40	63	S2	3,24	4,26	62
L3	3,58	4,47	49	S3	4,44	5,32	48
L4	5,10	7,00	110	S4	5,48	7,37	109
L5	7,11	8,13	62	S5	7,52	8,55	63
L6	8,23	9,9	46	S6	9,3	9,50	47
L7	9,17	11,6	109	S7	10,2	11,52	110
L8	11,14	12,16	62	S8	12,7	13,10	63
L9	12,29	13,15	46	S9	13,19	14,6	47

3 mm kesici bıçak							
Dişbudak				Ceviz			
	1. ölçüm	2. ölçüm	Fark		1. ölçüm	2. ölçüm	Fark
D1	53	2,42	109	C1	21	2,10	109
D2	2,57	4	63	C2	2,23	3,26	63
D3	4,23	5,10	47	C3	3,43	4,30	47
D4	8,23	10,12	109	C4	4,37	6,27	110
D5	10,24	11,26	62	C5	6,35	7,38	63
D6	11,38	12,25	47	C6	7,48	8,36	48
D7	12,39	14,29	110	C7	8,44	10,33	109
D8	14,38	15,41	63	C8	10,43	11,45	62
D9	15,44	16,30	46	C9	11,56	12,43	47

3 mm kesici bıçak							
İroko							
	1. ölçüm	2. ölçüm	Fark				
İ1	1,6	2,56	110				
İ2	2,59	4,2	63				
İ3	4,12	4,59	47				
İ4	5,10	6,59	109				
İ5	7,8	8,11	63				
İ6	8,30	9,16	46				
İ7	9,27	11,16	109				
İ8	11,26	12,29	63				
İ9	12,46	13,33	47				

Çizelge 9.15. 6mm kesici takımına göre ölçülen işlem süreleri.

Ağaç türü, spindell devir hızı, kesme hızı ve bıçak türüne göre işlem süresi ölçümü (saniye)							
6 mm kesici bıçak							
Ladin				Sapelli			
	1. ölçüm	2. ölçüm	Fark		1. ölçüm	2. ölçüm	Fark
L10	41	1,34	53	S10	28	1,21	53
L11	1,44	2,15	31	S11	1,30	2,1	31
L12	2,24	2,49	25	S12	2,8	2,32	24
L13	2,57	3,50	53	S13	2,40	3,33	53
L14	4,00	4,31	31	S14	3,43	4,15	32
L15	4,39	5,3	24	S15	4,21	4,45	24
L16	5,10	6,3	53	S16	4,50	5,44	54
L17	6,13	6,45	32	S17	5,53	6,24	31
L18	6,52	7,16	24	S18	6,31	6,56	25

6 mm kesici bıçak							
Dişbudak				Ceviz			
	1. ölçüm	2. ölçüm	Fark		1. ölçüm	2. ölçüm	Fark
D10	18	1,11	53	C10	25	1,18	53
D11	1,23	1,54	31	C11	1,29	2,1	32
D12	2,2	2,27	25	C12	2,14	2,39	25
D13	2,35	3,28	53	C13	2,47	3,40	53
D14	3,36	4,7	31	C14	3,48	4,19	31
D15	4,15	4,39	24	C15	4,32	4,56	24
D16	4,45	5,39	54	C16	5,7	6,00	53
D17	5,49	6,20	31	C17	6,17	6,49	32
D18	6,28	6,52	24	C18	7,00	7,24	24

6 mm kesici bıçak							
İroko							
	1. ölçüm	2. ölçüm	Fark				
İ10	26	1,20	54				
İ11	1,26	1,58	32				
İ12	2,5	2,29	24				
İ13	2,37	3,31	54				
İ14	3,41	4,13	32				
İ15	4,18	4,43	25				
İ16	4,49	5,42	53				
İ17	5,49	6,20	31				
İ18	6,28	6,52	24				

Çizelge 9.16. 8mm kesici takımına göre ölçülen işlem süreleri

Ağaç türü, spindell devir hızı, kesme hızı ve bıçak türüne göre işlem süresi ölçümü (saniye)							
8 mm kesici bıçak							
Ladin				Sapelli			
	1. ölçüm	2. ölçüm	Fark		1. ölçüm	2. ölçüm	Fark
L19	32	1,11	39	S19	22	1,00	38
L20	1,22	1,45	23	S20	1,9	1,32	23
L21	1,53	2,10	17	S21	1,40	1,57	17
L22	2,19	2,58	39	S22	2,3	2,42	39
L23	3,6	3,29	23	S23	2,53	3,17	24
L24	3,36	3,53	17	S24	3,22	3,40	18
L25	4,10	4,49	39	S25	3,48	4,27	39
L26	4,58	5,22	24	S26	4,38	5,1	23
L27	5,28	5,46	18	S27	5,8	5,25	17

8 mm kesici bıçak							
Dişbudak				Ceviz			
	1. ölçüm	2. ölçüm	Fark		1. ölçüm	2. ölçüm	Fark
D19	26	1,5	39	C19	42	1,21	39
D20	1,15	1,38	23	C20	1,24	1,46	22
D21	1,46	2,3	17	C21	1,58	2,16	18
D22	2,12	2,51	39	C22	2,24	3,3	39
D23	2,59	3,22	23	C23	3,12	3,37	25
D24	3,31	3,48	17	C24	3,43	4,00	17
D25	4,1	4,40	39	C25	4,8	4,47	39
D26	4,46	5,10	24	C26	4,59	5,23	24
D27	5,20	5,38	18	C27	5,32	5,49	17

8 mm kesici bıçak							
İroko							
	1. ölçüm	2. ölçüm	Fark				
İ19	19	58	39				
İ20	1,7	1,30	23				
İ21	1,38	1,56	18				
İ22	2,8	2,47	39				
İ23	3,1	3,24	23				
İ24	3,34	3,52	18				
İ25	4,10	4,49	39				
İ26	4,57	5,21	24				
İ27	5,28	5,46	18				

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Evren Osman ÇAKIROĞLU

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Orm. Endüstri Müh.	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2012
Lisans	Orm. Endüstri Müh.	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2002
Lise		Trabzon Lisesi	1997

YAYINLAR

- [1] E. O. Çakıroğlu, A. Demir, İ. Aydın ve Ü. Büyüksarı, "Prediction of optimum CNC cutting conditions using artificial neural network models for the best wood surface quality, low energy consumption, and time savings", *BioResources*, c.17, sayı 2, ss. 2501-2524, 2022.
- [2] A. Demir, E. O. Çakıroğlu ve İ. Aydın, "Determination of CNC processing parameters for the best wood surface quality via artificial neural network", *Wood Material Science & Engineering*, 1-8, 2021.
- [3] E. O. Çakıroğlu, A. Demir ve İ. Aydın, "Comparison of birch and beech wood in terms of economic and technological properties for plywood manufacturing", *Drvna industrija*, c.70, sayı 2, ss. 169-174, 2019.
- [4] E. O. Çakıroğlu, A. Demir ve İ. Aydın, "Determination of the Optimum Feed Rate and Spindle Speed Depending on the Surface Roughness of Some Wood Species Processed with CNC Machine", *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, c.4, sayı 4, ss. 598-601, 2019.
- [5] E. O. Çakıroğlu, İ. Aydın ve A. Demir, Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerden ithal

- edilen huş ve yerli kayın tomruklarından üretilen karaontrplakların mekanik özelliklerinin karşılaştırılması”, *Karadeniz Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, c.4, sayı 6, ss. 353–359, 2018.
- [6] E. O. Çakıroğlu, A. Demir ve İ. Aydın, “Farklı sürelerde buharlanmış huş ve kayın tomruklarından üretilmiş kontrplakların bazı mekanik özelliklerinin karşılaştırılması”, *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, Artvin, Türkiye, 2018, ss. 184-200.
- [7] E. O. Çakıroğlu ve İ. Aydın, “Huş ağacının kayın ağacının yerine kontrplak üretiminde kullanılması”, *Ulusal Akdeniz Ormancılık Sempozyumu*, Kahramanmaraş, Türkiye, 2011.
- [8] E. O. Çakıroğlu, A. Demir ve İ. Aydın, “Determination of the optimum feed rate and spindle speed depending on the surface roughness of some wood species processed with cnc machine”, *The International Forest Products Congress*, Trabzon, Türkiye, 2018.
- [9] E. O. Çakıroğlu, İ. Aydın ve A. Demir, “Kontrplakların en iyi yüzey düzgünlüğü için cnc makinalarının bazı işlem parametrelerinin optimizasyonu”, *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, Artvin, Türkiye, 2018, ss. 173-183.
- [10] E. O. Çakıroğlu, A. Demir ve İ. Aydın, “Bazı ahşap türlerinin en düzgün yüzeyleri için cnc işlem bıçaklarının belirlenmesi”, *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, Artvin, Türkiye, 2018, ss. 201-213.