



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**PROGNATİK VE RETROGNATİK ÇENE İLİŞKİLERİNİN
FARKLI ÇİĞNEME KUVVETLERİNE BAĞLI OLARAK
DOKULARDA BIRAKACAĞI
ISIRIK İZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Evin TOKER

**DİSİPLİNLERARASI ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Mehmet Ali KILIÇARSLAN

ANKARA

2025

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PROGNATİK VE RETROGNATİK ÇENE İLİŞKİLERİNİN
FARKLI ÇİĞNEME KUVVETLERİNE BAĞLI OLARAK
DOKULARDA BIRAKACAĞI
ISIRIK İZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Evin TOKER

**DİSİPLİNLERARASI ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Mehmet Ali KILIÇARSLAN**

**ANKARA
2025**

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Prognatik ve Retrognatik Çene İlişkilerinin Farklı Çiğneme Kuvvetlerine Bağlı Olarak Dokularda Bırakacağı Isırık İzlerinin Değerlendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim

Öğrencinin Adı Soyadı: Evin TOKER

Tarih:

İmza:

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Disiplinlerarası Adli Bilimler Anabilim Dalında

Evin TOKER tarafından hazırlanan

“Prognatik ve Retrognatik Çene İlişkilerinin Farklı Çiğneme Kuvvetlerine Bağlı
Olarak Dokularda Bırakacağı Isırık İzlerinin Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması
aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile
kabul/ret edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Jüri Başkanı

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Raportör

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Üye

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Üye

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı

Üniversitesi

Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fügen AKTAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Prognatik ve Retrognatik Çene İlişkilerinin Farklı Çiğneme Kuvvetlerine Bağlı Olarak Dokularda Bırakacağı İsrık İzlerinin Değerlendirilmesi

İnsan vücudunda bırakılan her iz, bir öykünün sessiz anlatıcısıdır. İsrık izleri ise suçun dişlerle kazınmış en özgün tanıklarıdır. İsrık izleri yalnızca travmatik bir bulgu değil failin kimliğini belirlemede, suçun zamanını ve dinamiğini açıklamada kullanılan yüksek değere sahip adli delillerden biridir. Öte yandan, bu değer ortaya çıkarılması için yapılan çalışmalar, insan anatomisinin esnek ve değişken yapısından ve analiz yöntemlerinin bazı hallerde yetersiz kalmasından dolayı oldukça zordur. Bu tez çalışmasının en büyük amacı insan ısırık izi analizlerinde standardizasyonu sağlayan yeni bir teknik geliştirerek, öncelikle alan profesyonellerine katkı sağlamaktır. İsrık izi analizlerinde başarıya giden yolda, özellikle primer ve sekonder distorsiyon kaynaklı olarak ortaya çıkan yanlısımların azaltılması gerekmektedir. Bu amaçla, insan ısırığının farklı basınç ve açıların deneysel olarak tekrar ortaya koyabilen insan ısırık izi simülatörü geliştirilmiş ve bu simülatörle gerek düz gerekse kemik içeren silikon benzeri materyal ile sarılmış bloklarda sınıf 1, sınıf 2 ve sınıf 3 kapanışlarda ve üç ayrı anterior dizilimde ısırık izleri oluşturulmuş ve oluşturulan izler, ana modellerin ağız içi tarayıcı ile alınmış olan tarama verileri ile Adobe Photoshop programında karşılaştırılmıştır. Yanı sıra oluşturulan ısırık izleri de ağız içi tarayıcı ile taranmıştır. Sonuç olarak, insan ısırık izi simülatörünün, temporomandibular eklem binaç ve açılarını simüle edebildiği ve yapılan in vitro çalışmalarda, ağız içi tarayıcıların ısırık izlerini yüksek doğrulukla tespit edebildiği ayrıca elde edilen dijital verilerin analiziyle nesnel ve tekrarlanabilir sonuçlara ulaşılabilirdiği ortaya konmuştur. Geliştirilen cihazın ve kullanılacak olan tekniğin, in-vitro şartlarda, düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir olması sayesinde adli bilimlerde ısırık izi incelemelerine yeni bir bakış açısı getireceği inancındayız. Öte yandan insan ısırık izi simülatörünün, planlanan çalışma haricinde mükerrer olarak kullanılabilir olması sayesinde sadece bu değil pek çok çalışmaya temel oluşturacağı ve literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Adli diş hekimliği, ısırık izi, iz bilimi, simülatör

SUMMARY

Evaluation of Bite Marks Left on Tissues by Prognathic and Retrognathic Jaw Relationships Depending on Different Chewing Forces

Every mark left on the human body is a silent narrator of a story. Bite marks are the most unique witnesses of a crime, carved with teeth. Bite marks are not merely traumatic findings; they are valuable forensic evidence used to identify the perpetrator and explain the time and dynamics of the crime. However, the studies conducted to reveal this value are quite challenging due to the flexible and variable structure of human anatomy and the inadequacy of some analysis methods in certain cases. The main objective of this thesis is to contribute to professionals in the field by developing a new technique that standardises human bite mark analysis. In order to achieve success in bite mark analysis, it is necessary to reduce the illusions that arise, particularly those caused by primary and secondary distortion. To this end, a human bite mark simulator capable of experimentally reproducing different pressures and angles of human bites was developed. Using this simulator, bite marks were created on blocks wrapped in either flat or bone-containing silicone-like material, in Class 1, Class 2, and Class 3 closures, and in three separate anterior alignments. The created marks were compared with the scanning data obtained from the intraoral scanner of the main models using Adobe Photoshop. Additionally, the created bite marks were also scanned using the intraoral scanner. As a result, it was found that the human bite mark simulator can simulate the pressure and angles of the temporomandibular joint, and in vitro studies showed that intraoral scanners can detect bite marks with high accuracy. Furthermore, it was found that objective and repeatable results can be obtained by analysing the digital data obtained. We believe that the developed device and the technique to be used will bring a new perspective to bite mark examinations in forensic science due to its low cost and ease of application under in vitro conditions. On the other hand, it is evaluated that the human bite mark simulator, which can be used repeatedly outside of the planned study, will form the basis for not only this but many other studies and contribute to the literature.

Keywords: Forensic dentistry, bite mark, trace science, simulator

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
Özet	iv
Summary	v
İçindekiler	vi
Önsöz	viii
Simgeler ve Kısaltmalar	ix
Şekiller	x
Çizelgeler	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Delil Kavramı	3
1.2. İz Delilleri	8
1.3. Delil Olarak Isırık İzi	9
1.4. Isırık İzinin Tanımı	15
1.5. Isırık İzinde Kullanılan Güncel Sınıflama Sistemleri	16
1.5.1. Travmatik Yaralanma Türlerine Göre Sınıflama	16
1.5.2. Basınç Düzeyine Göre Sınıflama	17
1.5.3. Morfolojik Desenlere Göre Sınıflama	17
1.5.4. Psikodinamik Davranış Modeline Göre Sınıflama	17
1.5.5. Anatomik Lokalizasyona Göre Sınıflama	17
1.5.6. Tekrarlılık ve Desen Çeşitliliğine Göre Sınıflama	17
1.6. İnsan Ağız Boşluğu Anatomisi ve Isırık İzi Oluşumu	17
1.6.1. Ağız Boşluğunun Yumuşak Doku Yapıları ve Isırık İzi Oluşumundaki Roller	19
1.6.2. Dişler ve Dental Morfoloji	20
1.6.2.1. Kesici Dişler (İnsisiv)	21
1.6.2.2. Köpek Dişleri (Kanin)	21
1.6.2.3. Küçük Azı Dişleri (Premolar)	21
1.6.2.4. Büyük Azı Dişleri (Molar)	21
1.7. Dental Anomaliler ve Alt Sınıflamaları	22
1.7.1. Dental Durum Anomalileri	22
1.7.2. Dental Sayı Anomalileri	22
1.7.3. Dental Hacim Anomalileri	23
1.7.4. Dental Biçim Anomalileri	23
1.7.5. Dental Doku Anomalileri	23
1.7.6. Dental Mutilasyonlar	24
1.8. Oklüzyon, Angle Sınıflandırması ve Isırık İzi Analizine Etkisi	24
1.8.1. Sınıf I – Normal Oklüzyon ve Isırık İzine Yansıması	24
1.8.2. Sınıf II – Distooklüzyon ve Isırık İzine Yansıması	25
1.8.3. Sınıf III – Mesiooklüzyon ve Isırık İzine Yansıması	25
1.9. Isırık İzlerinde Ön Tanı	25
1.9.1. İnsan Isırık İzleri ile Karşılabilecek Hayvan Isırık İzleri	27
1.10. Isırık İzinin Benzersizliği	28
1.11. Isırık İzlerini Etkileyen Faktörler	30
1.11.1. Anizotropi ve Deri Yönelimi	31
1.11.2. Primer Distorsiyon	31
1.11.3. Sekonder Distorsiyon	32
1.12. Isırık İzlerinin Anatomik ve Adli Diş Hekimliği Açısından Genel Görünüm	33

1.13. Delil Perspektifiyle Isırık İzi, Tükürük ve Mikrobiyom	34
1.14. Farklı Materyallerde Isırık İzinin Tipikliği ve Varyasyonları	35
1.15. Geçmişten Günümüze Isırık İzi Analiz Yöntemleri	37
1.15.1. Tarihsel Arka Plan ve İlk Uygulamalar	37
1.15.2. 2D Fotoğraf ve Overlay Yöntemlerinin Gelişimi	37
1.15.3. 3D Tarama ve Dijital Süperpozisyon Teknikleri	38
1.15.4. Bilgisayarlı Analizler: Algoritmalar ve Yazılımlar	38
1.15.5. Gelecek Perspektifi: Mikrobiyom, Metabolom ve Yapay Zekâ	39
1.16. Türkiye’de Adli Diş Hekimliğinde Kurumsal Gelişim ve Bilimsel Uygulamalar	40
1.16.1. Adli Diş Hekimliğinde Kurumsallaşma	40
1.16.2. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü’ndeki Eğitim ve İzleme	40
1.16.3. Çukurova’da Overlay Metodolojisinin Kabulü	40
1.17. Türkiye’de Isırık İzi Delilinin Adli Kullanımı ve Uluslararası Vakalar	41
2. GEREÇ VE YÖNTEM	42
3. BULGULAR	53
3.1. İnsan Isırık İzi Simülatörü	53
3.2. Isırık İzi Deneyleri	56
3.3. Isırık İzi Fotoğraflarının Tarama Verileriyle Çakıştırılması	97
3.4. Isırık İzlerinin Ağız İçi Tarayıcı ile Tespiti	133
4. TARTIŞMA	134
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	149
KAYNAKLAR	151
EKLER	160
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ÖNSÖZ

Bu çalışma, geliştirdiğimiz insan ısırık izi simülatörü ile farklı kapanışlardaki çene ilişkileri ve diş yapılarıyla oluşturulan ısırık izlerinin incelenmesini ve elde edilen sonuçlarla hem ısırık izinin adli vakalarda delil olarak kullanımının önündeki çoklu engellerin elimine edilmesini ve bu sayede ısırık izi delilinin güvenilirliğinin arttırılmasını hem de literatürde ısırık izi üzerine yapılan çalışmalara katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Çalışma sırasında öncelikli olarak insan ısırık izi simülatörü geliştirilmiş ve prototipi üretilmiştir. İnsan ısırık izi simülatörümüz Türk Patent Enstitüsünce patent almaya layık görülmüştür. Yapılan deneyler sonucunda, insan ısırık izi simülatörünün, literatürdeki benzerlerinden farklı olarak, in vitro ortamda ve tanımlı olan, insana ait çene ilişkileri ve en önemlisi de çene eklemi açılarını her seferinde aynı şekilde olmak üzere modelleyebilmekte olduğu tespit edilmiştir.

Tez çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular ışığında, kullandığımız materyal ve yöntemin hem kriminalistik pratiğinde ısırık izi delilinin kullanım alanına hem de adli bilimler literatürüne katkı sağlayacağına yürekten inanıyorum.

Tez çalışmam süresince hem diş hekimliği hem de adli bilimler alanındaki üstün bilgi ve deneyimiyle, her an yolumu aydınlatan kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Ali KILIÇARSLAN'a ve kriminalistik alanına yönelmemi sağlayan ve tüm doktora eğitimimim boyunca desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Nergis CANTÜRK'e en içten şükranlarımı sunarım.

Son olarak, en yakın arkadaşım ve en büyük destekçim olan canım anneme teşekkür ederim.

M.Sc. Dt. Evin TOKER

SİMGELER VE KISALTMALAR

H	Hafif
mm	Milimetre
N	Normal
O	Orta
P	Prognati
R	Retrognati
Y	Yüksek



ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Isırık izi simülatörü ve kompresör	44
Şekil 2.2. Basınç ölçer	45
Şekil 2.3. Çalışma seti	45
Şekil 2.4. Isırık izi simülatörüne bağlı ana model	46
Şekil 2.5. Ana modele ait 3D tarama verisine ait ekran görüntüsü (N Alt çene)	51
Şekil 2.6. Isırık izine ait 3D tarama verisine ait ekran görüntüsü (N. 1.1. Alt çene)	51
Şekil 2.7. N.1.1. Çakıştırma verileri	52
Şekil 3.1. Patent belgesi	53
Şekil 3.2. İnsan ısırık izi simülatörü	54
Şekil 3.3. Açma kapama butonları	54
Şekil 3.4. Terazî	55
Şekil 3.5. Ön cepheden görüntü	55
Şekil 3.6. Sınıf 1 ana model önden görünüşü	57
Şekil 3.7. Sınıf 1 ana model yandan görünüşü	58
Şekil 3.8. Sınıf 1 ana model yandan görünüşü	58
Şekil 3.9. N. 1.1 alt çene	59
Şekil 3.10. N. 1.1 Üst çene	59
Şekil 3.11. N.1.2. Alt çene	60
Şekil 3.12. N.1.2. Üst çene	60
Şekil 3.13. N.1.3. Alt çene	61
Şekil 3.14. N.1.3. Üst çene	61
Şekil 3. 15. N.2.1. Alt çene	62
Şekil 3.16. N.2.1. Üst çene	62
Şekil 3.17. N.2.2. Alt çene	63
Şekil 3.18. N.2.2. Üst çene	63
Şekil 3.19. N.2.3. Alt çene	64
Şekil 3.20. N.2.3. Üst çene	64
Şekil 3.21. N.3.1. Alt çene	65
Şekil 3.22. N.3.1. Üst çene	65
Şekil 3.23. N.3.2. Alt çene	66
Şekil 3.24. N.3.2. Üst çene	66
Şekil 3.25. N.3.3. Alt çene	67
Şekil 3.26. N.3.3. Üst çene	67
Şekil 3.27. N.H. Alt çene	68
Şekil 3.28. N.H. Üst çene	68

Şekil 3.29. N.O. Alt çene	69
Şekil 3.30. N.O. Üst çene	69
Şekil 3.31. N.Y. Alt çene	70
Şekil 3.32. N.Y. Üst çene	70
Şekil 3.33. Sınıf 2 ana model önden görünüşü	71
Şekil 3.34. Sınıf 2 ana model yandan görünüşü	71
Şekil 3.35. Sınıf 2 ana model yandan görünüşü	71
Şekil 3.36. R1.1. Alt çene	72
Şekil 3.37. R1.1. Üst çene	72
Şekil 3.38. R.1.2. Alt çene	73
Şekil 3.39. R.1.2. Üst çene	73
Şekil 3.40. R.1.3. Alt çene	74
Şekil 3.41. R.1.3. Üst çene	74
Şekil 3.42. R.2.1. Alt çene	75
Şekil 3.43. R.2.1. Üst çene	75
Şekil 3.44. R.2.2. Alt çene	76
Şekil 3.45. R.2.2. Üst çene	76
Şekil 3.46. R.2.3. Alt çene	77
Şekil 3.47. R.2.3. Üst çene	77
Şekil 3.48. R.3.1. Alt çene	78
Şekil 3.49. R.3.1. Üst çene	78
Şekil 3.50. R.3.2. Alt çene	79
Şekil 3.51. R.3.2. Üst çene	79
Şekil 3.52. R.3.3. Alt çene	80
Şekil 3.53. R.3.3. Üst çene	80
Şekil 3.54. R.H. Alt çene	81
Şekil 3.55. R.H. Üst çene	81
Şekil 3.56. R.O. Alt çene	82
Şekil 3.57. R.O. Üst çene	82
Şekil 3.58. R.Y. Alt çene	83
Şekil 3.59. R.Y. Üst çene	83
Şekil 3.60. Sınıf 3 ana model önden görünüşü	84
Şekil 3.61. Sınıf 3 ana model yandan görünüşü	84
Şekil 3.62. Sınıf 3 ana model yandan görünüşü	84
Şekil 3.63. P.1.1. Alt çene	85
Şekil 3.64. P.1.1. Üst çene	85
Şekil 3.65. P.1.2. Alt çene	86
Şekil 3.66. P.1.2. Üst çene	86
Şekil 3.67. P.1.3. Alt çene	87

Şekil 3.68. P.1.3. Üst çene	87
Şekil 3.69. P.2.1. Alt çene	88
Şekil 3.70. P.2.1. Üst çene	88
Şekil 3.71. P.2.2. Alt çene	89
Şekil 3.72. P.2.2 Üst çene	89
Şekil 3.73. P.2.3. Alt çene	90
Şekil 3.74. P.2.3. Üst çene	90
Şekil 3.75. P.3.1. Alt çene	91
Şekil 3.76. P.3.1. Üst çene	91
Şekil 3.77. P.3.2. Alt çene	92
Şekil 3.78. P.3.2. Üst çene	92
Şekil 3.79. P.3.3. Alt çene	93
Şekil 3.80. P.3.3. Üst çene	93
Şekil 3.81. P.H. Alt çene	94
Şekil 3.82. P.H. Üst çene	94
Şekil 3.83. P.O. Alt çene	95
Şekil 3.84. P.O. Üst çene	95
Şekil 3.85. P.Y. Alt çene	96
Şekil 3.86. P.Y. Üst çene	96
Şekil 3.87. N.1.1. Alt çene karşıtırma	97
Şekil 3.88. N.1.1. Üst çene karşıtırma	97
Şekil 3.89. N.1.2. Alt çene karşıtırma	98
Şekil 3.90. N.1.2. Üst çene karşıtırma	98
Şekil 3.91. N.1.3 Alt çene karşıtırma	99
Şekil 3.92. N.1.3. Üst çene karşıtırma	99
Şekil 3.93. N.2.1. Alt çene karşıtırma	100
Şekil 3.94. N.2.1. Üst çene karşıtırma	100
Şekil 3.95. N.2.2. Alt çene karşıtırma	101
Şekil 3.96. N.2.2. Üst çene karşıtırma	101
Şekil 3.97. N.2.3. Alt çene karşıtırma	102
Şekil 3.98. N.2.3. Üst çene karşıtırma	102
Şekil 3.99. N.3.1. Alt çene karşıtırma	103
Şekil 3.100. N.3.1. Üst çene karşıtırma	103
Şekil 3.101. N.3.2. Alt çene karşıtırma	104
Şekil 3.102. N.3.2. Üst çene karşıtırma	104
Şekil 3.103. N.3.3. Alt çene karşıtırma	105
Şekil 3.104. N.3.3. Üst çene karşıtırma	105
Şekil 3.105. N.H. Alt çene karşıtırma	106
Şekil 3.106. N.H. Üst çene karşıtırma	106

Şekil 3.107. N.O. Alt çene çakıştırma	107
Şekil 3.108. N.O. Üst çene çakıştırma	107
Şekil 3.109. N.Y. Alt çene çakıştırma	108
Şekil 3.110. N.Y. Üst çene çakıştırma	108
Şekil 3.111. R.1.1. Alt çene çakıştırma	109
Şekil 3.112. R.1.1. Üst çene çakıştırma	109
Şekil 3.113. R.1.2. Alt çene çakıştırma	110
Şekil 3.114. R.1.2. Üst çene çakıştırma	110
Şekil 3.115. R.1.3. Alt çene çakıştırma	111
Şekil 3.116. R.1.3. Üst çene çakıştırma	111
Şekil 3.117. R.2.1. Alt çene çakıştırma	112
Şekil 3.118. R.2.1. Üst çene çakıştırma	112
Şekil 3.119. R.2.2. Alt çene çakıştırma	113
Şekil 3.120. R.2.2. Üst çene çakıştırma	113
Şekil 3.121. R.2.3. Alt çene çakıştırma	114
Şekil 3.122. R.2.3. Üst çene çakıştırma	114
Şekil 3.123. R.3.1. Alt çene çakıştırma	115
Şekil 3.124. R.3.1. Üst çene çakıştırma	115
Şekil 3.125. R.3.2. Alt çene çakıştırma	116
Şekil 3.126. R.3.2. Üst çene çakıştırma	116
Şekil 3.127. R.3.3. Alt çene çakıştırma	117
Şekil 3.128. R.3.3. Üst çene çakıştırma	117
Şekil 3.129. R.H. Alt çene çakıştırma	118
Şekil 3.130. R.H. Üst çene çakıştırma	118
Şekil 3.131. R.O. Alt çene çakıştırma	119
Şekil 3.132. R.O. Üst çene çakıştırma	119
Şekil 3.133. R.Y. Alt çene çakıştırma	120
Şekil 3.134. R.Y. Üst çene çakıştırma	120
Şekil 3.135. P.1.1. Alt çene çakıştırma	121
Şekil 3.136. P.1.1. Üst çene çakıştırma	121
Şekil 3.137. P.1.2. Alt çene çakıştırma	122
Şekil 3.138. P.1.2. Üst çene çakıştırma	122
Şekil 3.139. P.1.3. Alt çene çakıştırma	123
Şekil 3.140. P.1.3. Üst çene çakıştırma	123
Şekil 3.141. P.2.1. Alt çene çakıştırma	124
Şekil 3.142. P.2.1. Üst çene çakıştırma	124
Şekil 3.143. P.2.2. Alt çene çakıştırma	125
Şekil 3.144. P.2.2. Üst çene çakıştırma	125
Şekil 3.145. P.2.3. Alt çene çakıştırma	126

Şekil 3.146. P.2.3. Üst çene çakıştırma	126
Şekil 3.147. P.3.1. Alt çene çakıştırma	127
Şekil 3.148. P.3.1. Üst çene çakıştırma	127
Şekil 3.149. P.3.2. Alt çene çakıştırma	128
Şekil 3.150. P.3.2. Üst çene çakıştırma	128
Şekil 3.151. P.3.3. Alt çene çakıştırma	129
Şekil 3.152. P.3.3. Üst çene çakıştırma	129
Şekil 3.154. P.H. Üst çene çakıştırma	130
Şekil 3.155. P.O. Alt çene çakıştırma	131
Şekil 3.156. P.O. Üst çene çakıştırma	131
Şekil 3.157. P.Y. Alt çene çakıştırma	132
Şekil 3.158. P. Y. Üst çene çakıştırma	132



ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Örnek grupları	48
Çizelge 3.1. Isırık izlerinin teknik açıklaması	56



1. GİRİŞ

Adli diş hekimliği, özellikle kitlesel felaketlerde kimlik tespiti, travma sonrası diş yaralanmalarının değerlendirilmesi ve tedavi süreçlerinin belirlenmesi, yaş ve cinsiyet tahmini, dental antropoloji, orofasiyal yapılara ait izlerin deşifresi ve tıbbi uygulama hataları konularında uzmanlık gerektiren bir alan olarak öne çıkar. Dişlerin anatomik yapısı, bireylerin yaş, cinsiyet ve genetik özellikleri hakkında değerli bilgiler sunar. Bu bağlamda, adli bilimlerin alanında önemli bir yere sahip olan adli diş hekimliği, suçların aydınlatılmasında ve adaletin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu disiplin, bireylerin diş yapısının benzersiz özelliklerini kullanarak ve orofasiyal kanıtları deşifre ederek, olayların çözümüne değerli katkılarda bulunmaktadır.

Adli diş hekimliği, bilimsel yöntemlerle desteklenen uygulamaları sayesinde, adaletin sağlanmasında vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir. Diş hekimleri, adli süreçlerde uzman tanık olarak görev alarak, elde edilen bulguları mahkemelerde sunma yeteneğine sahiptir. Bu durum, adli diş hekimliğinin sadece bir tıbbi disiplin olmanın ötesinde, adalet sisteminin işleyişinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca, adli diş hekimliği, uluslararası düzeyde de kabul gören standartlar ve protokoller geliştirmiştir; bu da disiplinin güvenilirliğini ve geçerliliğini artırmaktadır.

Adli diş hekimliği, adli bilimlerin alanında önemli bir yer tutmakta ve olayların çözümüne katkıda bulunarak adaletin tecellisinde ve toplumun güvenliğinin sağlanmasında kritik bir rol oynamakta, bireylerin haklarının korunmasına yönelik önemli bir araç sunmaktadır. Adli diş hekimliğinin gelişimi hem bilimsel araştırmalarla desteklenmekte hem de pratik uygulamalarla güçlenmektedir; bu da onu adli bilimlerin alanında vazgeçilmez bir uzmanlık dalı haline getirmektedir.

Adli diş hekimliğinin sessiz tanıkları olan ısırık izleri, yalnızca birer yara olmanın ötesinde, bedenin hafızasında kazılı kalmış kriminal sırların anahtarıdır. Bu izler, bir saldırganın kimliğini ortaya çıkarmada, olayın seyrini aydınlatmada ve mağdurun yaşadığı travmayı bilimsel verilerle desteklemede kritik bir rol üstlenir. Her bir ısırık izi; şekli, derinliği, konumu ve özgün anatomik yapısıyla, olayın görünmeyen taraflarını gün yüzüne çıkarabilecek nitelikte bilgiler barındırır.

Isırık izlerinin bireyler arasında farklılık gösteren özgün yapısı, adli diş hekimlerine, saldırganın kimliğini belirlemede yardımcı olabilecek benzersiz bir işlev görebilir. Bu bağlamda, ısırık izleri, sadece bir saldırının fiziksel kanıtı değil, aynı zamanda olayın psikolojik ve sosyal boyutlarını da anlamamıza yardımcı olan önemli birer araçtır. Isırık izlerinin analizi, olayın dinamiklerini anlatmakla kalmaz, aynı zamanda mağdurun yaşadığı travmanın derinliğini ve etkilerini de gözler önüne serer.

İzlerin doğru bir şekilde incelenmesi, adli süreçlerin etkinliğini artırarak, mağdurların sesinin duyulmasına ve adaletin sağlanmasına katkıda bulunur. Dolayısıyla, adli bilimlerin alanında yapılan bu tür çalışmalar hem bireylerin hem de toplumun güvenliğini sağlama yolunda önemli bir adım teşkil eder.

Günümüzde dişlerin benzersizliği felaket kurbanlarının kimliklendirilmesinde tartışılmasa da adli olgularda bu özgünlüğün halen tartışılıyor olduğu görülmektedir. Bu durumun en önemli sebebi ise konuya ilişkin çalışmaların ve yenilikçi bakış açısının yetersizliğidir. Isırık izinin oluşumu ve incelenmesi sırasında oluşan bozunmaların kategorize edilerek elimine edilmesinin sağlanmasıyla adli bilimlerin alanı, parmak izi kadar kıymetli başka bir veri kazanacaktır.

Isırık izi incelemelerinde başlıca sorun izi oluşturan kişi ve izin oluşturulduğu dokunun pozisyonunun remodele edilememesidir. Dolayısıyla izin aynısının laboratuvar ortamında oluşturulmasını sağlamak yani çene yapıları ve ısırık izini tekrar oluşturabilmek eşleştirmenin sağlanmasında büyük önem arz edecektir. Yanı sıra inceleme sırasında kullanılan konvansiyonel fotografik metotlar nedeniyle ortaya çıkan yanılgıların da önlenmesi gerekmektedir.

Tarafımızca geliştirilerek patenti alınan insan ısırık izi simülatörü ile fail ya da mağdura ait olduğu değerlendirilen diş yapısına ilişkin sınırsız pozisyonda ve basınçta ısırık izi laboratuvar ortamında tekrar oluşturulabilecek ve oluşturulan izler 3D tarayıcı ile taranarak Adobe Photoshop programında karşılaştırılarak ısırık izi analizlerinin en önemli engeli olan primer ve sekonder distorsiyonun minimize edilmesi sağlanacaktır.

Bu çalışmanın amacı, ısırık izi analizlerinin en önemli problemleri olan primer ve sekonder distorsiyonu ortadan kaldırmanın yeni yollarını geliştirmektir. Çalışma, adli diş

hekimliği ve kriminalistik disiplinlerine yeni bir buluş ve ayrıca yeni bir analiz protokolü sunması bakımından önem taşımaktadır.

Çalışmanın en önemli bulgusu olan insan ısıruk izi simülatörü, in vitro ortamda ve düşük maliyetle primer distorsiyonun azaltılarak analizlerde daha kesin sonuçlar alınmasını sağlayacak ve ısıruk izi delilinin güvenilirliğini artıracaktır.

Öte yandan çalışmanın en önemli kısıtı, in vivo çalışmaların yapılmamış olmasıdır. Her ne kadar deneyler, laboratuvar ortamında ve inorganik materyalle tamamlanmış olsa da canlı doku üzerinde oluşturulacak izlerin de incelenmesi elzemdir. Çalışmanın ilerleyen dönemlerinde in vivo çalışmalarının da yapılması planlanmaktadır.

Bu çalışma, ısıruk izlerinin adli dış hekimliğindeki önemini derinlemesine incelemeyi, bilimsel yöntemlerle analiz edilen bulguların adli süreçlerde nasıl delile dönüştüğünü ve adaletin sağlanmasındaki rolünü ortaya koyarken hem kriminalistik pratiğinde analiz yöntemlerine yeni bir soluk kazandırmayı hem de adli dış hekimliği ve kriminalistik disiplinlerinde literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

1.1. Delil Kavramı

Ceza muhakemesinin koruduğu temel değerler bireysel özgürlük ile toplumun genel güvenliğidir. (Centel ve Zafer, 2024). Bu çerçevede modern ceza muhakemesi sistemi, yargılama sürecine taraf olanların menfaatlerini Anayasal ilkeler doğrultusunda dengelemeyi amaçlamaktadır. İddia makamına maddi gerçeği ortaya koymak adına gerekli araçları sağlarken, sanığın asgari haklarını güvence altına almak da sistemin temel ilkelerindendir (Özbek vd., 2024).

Ceza süreçlerinde esas amaç, geçmişte yaşanan olayın gerçek çerçevesini ortaya çıkarmaktır çünkü olayın nasıl gerçekleştiğini tespit etmek yargının temelini oluşturur. Ancak bu gerçek, yargı makamının kişisel kanaatleriyle değil, yalnızca deliller aracılığıyla dolaylı biçimde ortaya konmalıdır. Mahkemenin somut delillere değil, şahsi algılara dayalı kararları hukuk güvenliğini zedeler (Karakehya, 2016). Çağdaş ceza muhakemesi hem hukuka uygun hem de adil kararların alınmasını hedefler. Maddi gerçeğe ulaşmak ve faile hak ettiği cezayı vermek, muhakemenin en temel iki prensibidir. Bu bağlamda etkin ve işlevsel bir ceza muhakemesi sistemi gereklidir (Karakehya, 2016).

Ceza muhakemesinde öncelikli amaç, maddi gerçeğin ortaya konmasıdır. Bu amaçla, maddi ceza hukuku bakımından önem arz eden tüm unsurların tek tek ispatı hedeflenmelidir. Geçmişte meydana gelen olayın, günümüzde onu temsil eden vasıtalarla yani delillerle ortaya konulmasına maddi gerçek adı verilir (Özbek vd., 2024). Maddi gerçeğin doğruluğundan makul şüphe duymaya sebep olacak herhangi bir akli gerekçe bulunmamalıdır. Ancak her somut olayda maddi gerçeğe ulaşmanın bir yanılgı riski barındırdığı da göz ardı edilmemelidir (Gödekli, 2016). Ceza muhakemesinde araştırılan olayın geçmişte nasıl gerçekleştiğine dair gerçeklik, yalnızca somut verilerle ve duyulara hitap eden biçimde ortaya konulabilir. Rasyonel olmayan sezgilere ya da metafizik yaklaşımlara dayalı bir muhakeme anlayışının modern ceza yargılamasında yeri yoktur (Akyürek, 2012).

Yargılama makamı, maddi vakiya ilişkin karar verirken vicdani kanaatine dayanır. Ancak bu kanaat, subjektif hislere değil, akıl yürütmeye ve hukuka uygun delillere dayalı olmalıdır (Karakehya, 2016). Hukuki anlamda vicdani kanaat, yalnızca rasyonel ve geçerli delillere dayanmalı ve hukuka aykırı şekilde elde edilmiş deliller, kanaatin oluşmasında dikkate alınmamalıdır (Birtek, 2017). Bu noktada en üst hukuk normu olan Anayasanın 38.maddesinin altıncı fıkrasında “(Ek fıkra: 3/10/2001-4709/15 md.) “Kanuna aykırı olarak elde edilmiş bulgular, delil olarak kabul edilemez”, hükmü karşımıza çıkmaktadır. (Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 1982)

Zamanın geri alınması mümkün olmadığından, ceza yargılamasında olayın nasıl gerçekleştiğinin tespitinde deliller yegâne araçtır. Mahkeme, olay yerinden toplanan fiziksel izler, belgeler ve tanık ifadeleri sayesinde makul şüphesi olmayan kanaate ulaşırsa, vicdani kanaatini tesis etmiş yani maddi gerçeğe ulaşmış sayılır (Centel ve Zafer, 2024).

TDK’ye göre ‘delil’, köken itibarıyla ‘yol gösterici’ ya da ‘kanıtlayıcı’ anlamlarına gelir (TDK, 2024). Hukuk dilinde delil, ispat aracı anlamına gelirken, eski terminolojide bu kavram "kılavuz" veya "rehber" karşılığında da kullanılmıştır. Türk pozitif hukukunda delilin açık biçimde tanımlandığı az sayıdaki düzenlemelerden biri, 1983 tarihli Polisin Adli Görevlerinin Yerine Getirilmesinde Delillerin Toplanması, Muhafazası ve İlgili Yerlere Gönderilmesi Hakkında Yönetmelik’tir. İlgili yönetmeliğin 3. maddesine göre, delil “meydana gelen bir suçun aydınlatılması ve suç şüphelilerinin tespiti amacıyla kullanılan her türlü ispat vasıtası” olarak tanımlanmıştır (Resmî Gazete, 1983).

Ceza muhakemesi hukukunda deliller, farklı ölçütlere göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma, delilin elde ediliş yöntemine, kaynaklarına ya da yargılamadaki işlevine göre yapılmaktadır (Centel ve Zafer, 2024; Özbek vd., 2024). Ceza muhakemesi hukukunda deliller, elde edildikleri kaynağa göre kişisel ve maddi deliller olmak üzere ikiye ayrılır. Kişisel deliller, olayla ilgili doğrudan bilgi sahibi olan bireylerin beyanlarına dayalı delillerdir. Tanık anlatımları, mağdur ifadeleri veya sanığın savunması bu tür delillere örnek olarak verilebilir. Bu deliller, bireysel gözlem ve deneyimlere dayanması sebebiyle öznel nitelik taşır (Delibalta, 2020). Maddi deliller ise fiziksel varlığı olan, duyularla algılanabilen ve doğrudan incelenebilen nesnelerdir. Suç mahallinde elde edilen izler, suç aletleri, kan örnekleri, dijital veriler veya DNA bulguları bu kapsama girer. Bu tür deliller, olayın somut yönünü ortaya koymaları bakımından yüksek ispat gücüne sahiptir (Özbek vd., 2024).

Delile ilişkin bir diğer sınıflandırma ise delilin doğrudan ya da dolaylı olmasına göre yapılmaktadır. Doğrudan deliller, suça konu olayın varlığını açık biçimde ortaya koyan ve yorum gerektirmeyen delillerdir. Örneğin, güvenlik kamerası kayıtları ya da suç anını doğrudan gören bir tanığın ifadesi, olayın doğrudan ispatına imkân tanır (Birtek, 2017). Dolaylı deliller ise suçun işlendiğine dair doğrudan bilgi sunmaz ancak olayla bağlantılı bazı unsurlar üzerinden çıkarım yapılmasına olanak tanır. Sanığın olay yerinde bulunması, kaçma teşebbüsü ya da olay sonrası davranışları dolaylı delillere örnek verilebilir. Bu tür deliller, diğer delillerle birlikte değerlendirildiğinde anlamlı hale gelir (Centel ve Zafer, 2024).

Ceza muhakemesinde, sanığın suçsuzluğunu gösteren veya ceza sorumluluğunu hafifleten unsurları içeren deliller lehe delillerdir. Alkol ya da akıl sağlığı raporları, aldatma gibi hafifletici sebepler lehe delil niteliğindedir. Buna karşılık, aleyhe deliller sanığın suçu işlediğini ortaya koyan ve cezanın verilmesini destekleyen unsurlardır. Örneğin, sanığın parmak izinin olay yerinde bulunması veya tanık ifadeleri aleyhe delil sayılır (Gökçen ve Çakır, 2019).

Bir bulgunun delil olarak kabul edilebilmesinin en önemli şartı hukuka uygun şekilde elde edilmiş olmasıdır. Yasal deliller, usule ve hukuka uygun yöntemlerle elde edilen, mahkemede hükme esas alınabilecek delillerdir. Delilin elde edilmesi sırasında bireyin temel haklarına saygı gösterilmiş olmalıdır. Öte yandan, hukuka aykırı deliller, Anayasa ve Ceza Muhakemesi Kanunu'nda düzenlenen kurallara aykırı biçimde elde edilen ve bu nedenle mahkeme tarafından dikkate alınamayan delillerdir. Örneğin, hâkim kararı olmaksızın yapılan

gizli dinleme sonucu elde edilen bir kayıt, kural olarak hükme esas alınamaz (Birttek, 2017.; CMK m.206, m.217).

Ceza muhakemesi süreci, başlangıçta basit şüpheyile hareket ederken, yargılamanın ilerleyen aşamalarında yeterli şüphe düzeyine ulaşmayı hedefler. Bu süreçte deliller, söz konusu şüpheli olayın gerçekten yaşanıp yaşanmadığını, olayın ne şekilde, nerede, ne zaman ve kim tarafından meydana geldiğini ortaya koyan ve ispatı mümkün kılan araçlardır. Delillerin, geçmişte meydana gelmiş bir olayı temsil etme işlevi dikkate alındığında, belirli niteliklere sahip olması zorunludur.

Modern ceza muhakemesi uygulamalarında, delillerin taşınması gereken özellikler, evrensel hukuk ilkeleri ile insan haklarına duyulan saygı temelinde şekillenmektedir. Bu bağlamda, deliller yalnızca hukuka uygun şekilde elde edilmiş olmalı değil, aynı zamanda gerçekliği yansıtan, akıl ve mantıkla bağdaşan, olayı temsil eden, ispata katkı sunan, hukuka uygunluğu denetlenebilir olan ve yargılamanın taraflarınca tartışmaya açılabilir nitelikte olmalıdır (Birttek, 2017; Centel ve Zafer, 2024). Delil serbestisi ve vicdani kanaat ilkeleri, hâkime sınırsız yetki vermez yalnızca belirli kriterlere uygun deliller kabul edilir (Gedik, 2019).

Ceza muhakemesi hukukunda delillerin türlerine göre tasnifi, yargılama sürecinin hem teorik temelini anlamaya hem de uygulamada delil değerlendirmesinin doğru yapılmasına katkı sağlar. En temel ayrımlardan biri, delillerin kaynağı ve ispata katkı şekli esas alınarak yapılan üçlü sınıflamadır. Bu kapsamda, deliller beyan delilleri, belge delilleri ve belirti delilleri olmak üzere üç ana grupta sınıflandırılmaktadır. (Centel ve Zafer, 2024; Özbek vd., 2024).

Bunlardan beyan ve belge delilleri, somut olaya doğrudan ilişkin bilgi içerdiği için doğrudan delil olarak nitelendirilirken, belirti delilleri daha çok olayın varlığına dair dolaylı işaretler sunduğundan dolaylı delil niteliğindedir. Beyan delilleri, bireylerin ceza muhakemesi sürecinde verdikleri sözlü ya da yazılı anlatımlara dayanan delillerdir. Tanıkların, sanığın, mağdurun ve bilirkişilerin verdikleri ifadeler bu kategoriye girer. Bu beyanlar, olayın oluş şekline, zamanına, faile veya diğer unsurlarına ilişkin doğrudan bilgi sağlayabilir (Delibalta, 2020). Ancak beyan delillerinin taşıdığı öznel nitelik, bunların değerlendirilmesini karmaşık hale getirir. Zira beyanlar, hafıza yanılgıları, önyargılar, baskılar veya olayın algılanış biçimindeki farklılıklar gibi unsurlardan etkilenebilir. Bu nedenle beyan delilleri, çapraz

sorgu, mahkeme huzurunda ifade verme, duruşma salonundaki değerlendirme gibi usullerle test edilerek güvenilirliği sağlanmalıdır (Başlar, 2022).

Belge delilleri, yazılı ya da elektronik formatta düzenlenmiş ve yargılamaya konu olan olay hakkında bilgi içeren nesnel materyallerdir. Resmî evraklar, özel yazışmalar, sözleşmeler, banka kayıtları, e-posta mesajları, sesli/görüntülü kayıtlar bu kapsamda değerlendirilir. Bu tür deliller, çoğunlukla insan beyanından bağımsız, somut ve denetlenebilir niteliktedir (Birtek, 2017). Belge delillerinin gücü, olayın nesnel yönünü ortaya koymalarından kaynaklanır. Ancak her belgenin gerçekliği ve doğruluğu, muhakkak belgenin sahte olup olmadığının denetimi, zamanı, kaynağı ve bağlamı ile incelenmelidir. Özellikle dijital belgelerde, zaman damgası, metadata ve elektronik iz gibi teknik bilgiler belge delilinin geçerliliği açısından belirleyici olabilir (Gökçen ve Çakır, 2019).

Belirti delilleri, maddi vakaya doğrudan tanıklık etmeyen, fakat onun varlığına dair dolaylı göstergeler sunan delillerdir. Olay yerinde bulunan izler, parmak izi, ayakkabı izi, kan lekesi, barut artığı, elbise yırtığı, kaçma girişimi gibi emareler bu gruba girer. Belirti delilleri, dolaylı delil niteliği taşır ve her zaman yorumlama ve akıl yürütme yoluyla anlamlandırılır (Özbek vd., 2024). Bu tür delillerin en önemli özelliği, olayın doğrudan görüntüsü veya anlatımı olmaksızın, belirli bir mantıksal zincir içerisinde suçun işlendiğine dair kanaat oluşturmastır. Ancak belirtinin tek başına yeterli olması nadirdir, çoğunlukla başka delillerle desteklenmesi gereklidir. Örneğin olay yerinde sanığın DNA'sına rastlanması, onun olayla ilgisini gösterebilir ancak bu, olayın tüm sorumluluğunu üstlenmesi anlamına gelmeyebilir (Centel ve Zafer, 2024).

Bu üçlü tasnif, ceza muhakemesi sürecinde delillerin niteliğini, gücünü ve kullanım biçimini anlamak açısından büyük önem taşır. Beyan ve belge delilleri, olay hakkında doğrudan bilgi içerirken, belirti delilleri, dolaylı sonuca götüren ancak çoğu zaman kritik önemde olan emarelerden oluşur. Hâkimin vicdani kanaati tüm bu delillerin birlikte değerlendirilmesiyle oluşur. Delillerin değerlendirilmesinde hukuka uygunluk, akla uygunluk, temsiliyet ve ispat gücü gibi ilkeler her zaman göz önünde bulundurulmalıdır (Birtek, 2017; Gökçen ve Çakır, 2019).

1.2. İz Delilleri

Ceza muhakemesi hukukunda suçun işlendiğine dair bilgi elde etmek ve faile ulaşmak amacıyla başvurulmuş delil türlerinden biri de iz delilleridir. Bu deliller, olay yerinde veya olayla bağlantılı diğer mekanlarda suçun maddi izlerini barındıran fiziksel kalıntılar, nesneler veya etkilerdir. İz delilleri, genellikle doğrudan bir anlatım veya beyan içermeyen, ancak olayın gerçekleşmiş olduğuna ya da faile dair ipuçlarına ulaşmayı sağlayan dolaylı (endirekt) delil türüdür (Centel ve Zafer, 2024).

İz delilleri, özellikle failin kimliğinin tespitinde, suçun işleniş biçiminin ortaya konulmasında ve olayın zaman-mekân bağlamının belirlenmesinde tamamlayıcı ve destekleyici bir fonksiyona sahiptir. Bu tür deliller, somut maddi izlerden hareketle olayla fail arasındaki ilişkiyi kurar. Mahkemeler açısından iz delillerinin en büyük değeri, duyularla algılanabilir, teknik olarak ölçülebilir ve yeniden değerlendirilebilir olmalarıdır (Gökçen ve Çakır, 2019). Bu yönüyle iz delilleri, insan beyanına dayalı delillere göre daha objektif ve güvenilir kabul edilir. Ancak iz delillerinin anlamlandırılması ve sonuca dönüştürülmesi, çoğu zaman bilirkişi incelemesine, kriminalistik analizlere ve bilimsel yöntemlere dayanır. Adli tıp, balistik, genetik analiz, dijital veri incelemesi gibi disiplinler bu süreçte büyük rol oynar (Özbek vd., 2024).

İz delillerinin yargılamaya etkili bir biçimde katkı sunabilmesi için yalnızca tespit edilmesi değil, aynı zamanda usulüne uygun şekilde toplanması, muhafaza edilmesi ve incelenmesi gerekir. Bu bağlamda delil zincirinin korunması, yani delilin elde edilmesinden mahkemeye sunulmasına kadar geçen sürede bütün işlem basamaklarının eksiksiz ve denetlenebilir şekilde kayıt altına alınması zorunludur. Delil zincirindeki herhangi bir kopukluk, delilin mahiyeti hakkında şüphe doğurabilir ve delilin mahkeme tarafından dikkate alınmasını engelleyebilir. Bu durum, özellikle savunma hakkı açısından ciddi sakıncalar doğurabileceği gibi, adil yargılanma ilkesine de aykırılık teşkil eder (Gökçen ve Çakır, 2019).

İz delillerinin geçerli sayılabilmesi için hukuka uygun şekilde elde edilmiş olması esastır. Hukuka aykırı arama, el koyma, beden muayenesi veya teknik incelemeler sonucunda elde edilen iz delilleri, kural olarak yargılamada hükme esas alınamaz (Birtok, 2017). Bu nedenle delilin sadece bilimsel açıdan değil, usule ilişkin güvenceler bakımından da sağlam bir zemine oturtulması gerekir. Örneğin, bir sanığın evinden usulsüz şekilde elde edilen ayakkabı izi ya da bir mağdurdan rızası alınmadan veya yetkili hâkim ya da savcı kararı

olmaksızın alınan biyolojik örnekler, her ne kadar olayla ilgili olsa da hukuka aykırı elde edilmeleri nedeniyle delil niteliğini kaybedebilir. Bu noktada Anayasa'nın özel hayatın gizliliği ve kişi dokunulmazlığına dair hükümleri ile Ceza Muhakemesi Kanunu'nun 206 ve 217. maddeleri temel dayanak olarak karşımıza çıkar.

Teknolojideki ilerlemeler, kriminalistik pratiğinde çarpıcı gelişmeler yaratmıştır. Bu durum geçmişte doğru bakış açısıyla değerlendirilememiş olan bulguların bugün kilit bir delile dönüşmesine yol açabilmektedir. Bu gelişmeler, bir yandan suçla mücadele kapasitesini artırmakta, diğer yandan delillerin denetlenebilirliğini, tekrar incelenebilirliğini ve bilimsel güvenilirliğini yükseltmektedir ancak bu teknolojilerin insan hakları çerçevesinde, denetime açık ve yasal sınırlar içinde kullanılması gerekir. (Toker ve Kılıçarslan, 2022).

İz delilleri, ceza muhakemesinde olayın aydınlatılması ve failin tespiti açısından belirleyici özellikleri olan delil türleridir. Bununla beraber delillerin etkinliği yalnızca nesnel yeterliliğine değil, aynı zamanda hukukî usullere uygunluğuna da bağlıdır. Bu nedenle delilin toplanmasından sunulmasına kadar izlenen sürecin uzmanlar ve yargı makamlarınca özenle değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

1.3. Delil Olarak Isırık İzi

Ceza muhakemesi uygulamalarında olayın aydınlatılmasında başvuru iz delilleri arasında yer alan ısırık izi, suçun failine ulaşılmasında önemli bir rol oynayabilen fiziksel emarelerden biridir. Isırık izi, genellikle mağdurun vücudunda, yiyecek maddeleri üzerinde ya da olay yerinde bulunan eşyalarda ortaya çıkabilmektedir. Bu izler, bireylere özgü diş yapılarının bıraktığı belirgin işaretler taşıyabileceğinden, failin tespitinde bireyselleştirici nitelikte delil olarak değerlendirilebilir (Pretty ve Sweet, 2001).

Isırık izi, insan dişlerinin sert yüzeylerde ya da yumuşak dokular üzerinde bıraktığı şekilsel deformasyonlardan oluşur. Bu izler, kişiye özgü diş dizilimi, diş eksiklikleri, çapraşıklık, diş aralığı ve ısırma kuvveti gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu yönüyle, tıpkı parmak izi gibi kişiye özgü biyolojik bir iz niteliği taşır. Özellikle yüz, boyun, kol ve omuz gibi vücudun açıkta kalan kısımlarında meydana gelen ısırık izleri, saldırı veya cinsel saldırı suçlarının aydınlatılmasında kullanılabilmektedir (Vale, 2017).

Isırık izlerinin niteliği gereği zamanla kaybolabilir ya da dış etkenlerle bozulabilir. Bu nedenle, bu tür delillerin mümkün olan en kısa sürede belgelenmesi hayati önem taşır. Yüksek çözünürlüklü fotoğraf, kalıp alma ve 3 boyutlu tarama teknikleri bu amaçla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, Amerikan Bilimler Akademisi'nin 2009 tarihli raporunda, adli diş hekimliğinde bireysel eşleştirmenin hataya açık olduğu ve mutlaka diğer delillerle desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu nedenle, tek başına ısırık izine dayalı mahkûmiyet kararı verilmesi önerilmez (National Research Council, 2009).

Pozitif hukukumuzda dişlerin ve diş izlerinin fizik kimliğin tespiti kapsamında delil olarak yer almaktadır. Bu açıdan 5271 sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu'nun 81 ve 82.maddeleri;

“Fizik kimliğin tespiti

Madde 81 – (Değişik: 25/5/2005 – 5353/5 md.)

(1) Üst sınırı iki yıl veya daha fazla hapis cezasını gerektiren bir suçtan dolayı şüpheli veya sanığın, kimliğinin tespiti için gerekli olması halinde, Cumhuriyet savcısının emriyle fotoğrafı, beden ölçüleri, parmak ve avuç içi izi, bedeninde yer almış olup tespitini kolaylaştıracak diğer özellikleri ile sesi ve görüntüleri kayda alınarak, soruşturma ve kovuşturma işlemlerine ilişkin dosyaya konulur.

(2) Kovuşturmaya yer olmadığı kararına itiraz süresinin dolması, itirazın reddi, beraat veya ceza verilmesine yer olmadığı kararı verilip kesinleşmesi hâllerinde söz konusu kayıtlar Cumhuriyet savcısının huzurunda derhâl yok edilir ve bu husus tutanağa geçirilir.

Yönetmelik

Madde 82 – (1) 75 ilâ 81 inci maddelerde öngörülen işlemlerin yapılması ile ilgili usuller yönetmelikte gösterilir.”

Şeklinde olup, fizik kimliğin tespitine yarayacak insan bedenindeki bütün özellikleri kapsamına almakta ve bu hususta uygulanacak usullerin yönetmelikle düzenlenmesini öngörmektedir. Buna dayalı 01.06.2005 tarih ve 25832 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Ceza Muhakemesinde Beden Muayenesi, Genetik İncelemeler ve Fizik Kimliğin Tespiti Hakkında Yönetmelik'in 15.maddesi;

“Fizik kimliğin tespiti

Madde 15 - Üst sınırı iki yıl veya daha fazla hapis cezasını gerektiren bir suçtan dolayı şüpheli veya sanığın, kimliğinin tespiti için gerekli olması hâlinde, Cumhuriyet savcısının emriyle, fotoğrafı, iris görüntüsü, beden ölçüleri, diş izi, parmak ve avuç içi izi, bedeninde yer almış olup tespitini kolaylaştıracak eşkâl bilgileri, kulak, dudak gibi organların bıraktığı kimlik tespitine yarayabilecek vücut izleri ile sesi ve görüntüleri, fizik kimliğin tespitinde kullanılan diğer teknik yöntemler ile kayda alınarak, soruşturma ve kovuşturma işlemlerine ilişkin dosyaya konulur.

Fizik kimliğin tespitinde, öncelikli olarak elin iç yüzeyindeki derinin özel kıvrımlı şekilleri olan parmak ve avuç içi izleri, fotoğrafı ve eşkâl bilgileri kullanılır. Bu işlemler olay yeri inceleme ve kimlik tespit konusunda özel eğitim almış uzman kolluk mensubu tarafından yapılır.

Fizik kimliğin tespiti açısından, kişinin ağızındaki dişlerin incelenmesi ve diş izlerinin alınması diş tabibi tarafından yapılır.

Soruşturma veya kovuşturma aşamasında da hâkim veya mahkeme kararıyla fizik kimliğinin tespitine ilişkin işlemler yaptırılabilir” şeklinde olup, maddenin üçüncü fıkrası diş ve diş izlerinin fizik kimliğin tespiti açısından delil niteliği taşıdığını ve bu delillerin ancak diş hekimleri tarafından tespit edilebileceğini hükme bağlamaktadır.

Ceza muhakemesi hukukunda bir delilin hükme esas alınabilmesi için, sadece maddi vakayı temsil etmesi değil, aynı zamanda hukuka uygun yöntemlerle elde edilmiş olması da gereklidir. Isırık izi, mağdurun vücudunda yer aldığı anda beden muayenesi kapsamında değerlendirilir ve 5271 sayılı Ceza Muhakemesi Kanunu’nun 75. ve 76. maddelerine göre hâkim kararı veya gecikmesinde sakınca bulunan hâllerde savcılık emri ile elde edilebilir. 75. madde şüpheli ya da sanığın bedeninden tükürük, kan ve diş örneği alınmasını öngörürken; m. 76, mağdurun vücudundan iz veya ölçüm alınması gibi müdahaleleri kapsar (Centel ve Zafer, 2023; Dinler, 2018). Bu bağlamda, ısırık izinin değerlendirilmesi sırasında hem failin hem de mağdurun bedeninden örnek alınabilmesi hukuki zemine sahiptir. Ayrıca, şüpheliden diş kalıbı ya da ağız içi örnek alınması gibi işlemlerin bedensel müdahale niteliği taşıdığı kabul edildiğinden, bu işlemlerin de hâkim veya savcı denetiminde ve tıbbi standartlara uygun şekilde yapılması zorunludur. (Birtek, 2017).

Ceza Muhakemesinde Beden Muayenesi Genetik İncelemeler ve Fizik Kimliğin Tespiti Hakkında Yönetmeliğin 15. maddesi fizik kimliğin tespiti amacıyla uygulanabilecek yöntemleri açıkça belirlemektedir. Bu yöntemler arasında parmak izi, iris taraması, beden ölçüleri, ses, görüntü ve özellikle dikkat edilmelidir ki “diş izi” de açıkça sayılmıştır. Bu yönüyle diş izleri, ilk kez açık bir şekilde fiziksel kimlik delili olarak tanımlanmış ve bu işlemlerin kolluk tarafından değil, yalnızca 'diş tabibi' tarafından yapılmasının uygun olacağı belirtilmiştir. Bu hüküm, ısırık izi delilinin hukuka uygun hukuka uygunluk açısından oldukça önemli kabul edilmektedir.

Yönetmelik 16. madde kovuşturma sürecinin kişi lehine sonuçlanması hâlinde (beraat, takipsizlik, vs.), fizik kimliğe dair tüm verilerin Cumhuriyet Savcısı huzurunda yok edilmesini zorunlu kılar. Bu uygulama, adli sürecin sona ermesiyle birlikte kişisel verilerin korunması hakkını güvence altına alır.

Yönetmelik 17. madde ise, mahkûmiyet hâlinde elde edilen verilerin arşivlenmesini düzenlemektedir. Diğer tüm kimlik belirteçleri kolluk kuvvetleri tarafından saklanırken, diş izleri özel olarak sağlık kuruluşu arşivine alınır. Bu ayırım hem sağlık hukuku hem de adli sürecin şeffaflığı bakımından kanaatimizce ihmal edilmemelidir.

Yönetmelik ısırık izine ilişkin işlemler için açık hükümler barındırsa da bu işlemlerin nasıl standartlaştırılacağına dair detaylı bir prosedür içermemektedir. Gerçekten de bu durum uygulamada hem bilirkişi raporlarının güvenilirliğini hem de delilin geçerliliğini tartışmalı hâle getirmektedir. Isırık izi delili teknik bir uzmanlık gerektirdiğinden, çoğunlukla bilirkişi raporu formatında mahkemeye sunulur. Öte yandan CMK m. 63 gereğince bu raporlar hâkimi bağlamamakta; yalnızca kanaate rehberlik etmektedir. Isırık izi delilinin Türk Ceza Muhakemesi sisteminde kullanımına dair açık, özel bir düzenleme bulunmamaktadır. Isırık izi delilinin delil değeri kazanabilmesi için sadece diş tabipleri tarafından elde edilmesi, bilimsel geçerliliği kanıtlanmış yöntemlerin kullanılması ve kişi rızası ya da yargı kararı ile alınması gerekli görülmektedir. Aksi hâlde bu delil, CMK m. 206 ve 217 gereğince hukuka aykırı kabul edilebilir.

Uygulamada ısırık izi delili, özellikle çocuk istismarı, kadına yönelik şiddet, cinayet ve cinsel saldırı gibi mağdurun bedeninde fiziksel izlerin kaldığı suçlarda önemli bir yer tutmaktadır. Ancak hem bilimsel hem hukuki çerçevede titizlikle ele alınması gereken bir delil türüdür. Vücut üzerindeki izlerin zamanla değişmesi, dış etkenlerle bozulması veya yanlış

yorumlanması riski bulunmaktadır. Bilimsel güvenilirliğin artırılması için gelişmiş görüntüleme sistemleri, yapay zekâ destekli eşleştirme programları ve üç boyutlu dış modelleme tekniklerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır (Bush vd., 2010).

Isırık izi, iz delilleri arasında yer alan ve bireye özgü nitelikleri dolayısıyla faile ulaşmada etkili olabilen bir delil türüdür. Ancak bu delilin yargılamada hukuki değere sahip olabilmesi için hem bilimsel doğruluk hem de hukuka uygunluk ölçütlerini birlikte taşıması gerekir. Özellikle insan hakları, beden dokunulmazlığı ve adil yargılanma ilkeleri çerçevesinde elde edilen, belgelenen ve analiz edilen ısırık izleri, modern ceza yargılamasının güvenilirliğini ve adaletin tesisini doğrudan etkilemektedir.

Tüm bunların yanı sıra ısırık izinin delil olarak değerlendirilmesine yönelik en önemli eleştiri bireye özgünlüğünün bilimsel çalışmalarla kanıtlanamamış olmasıdır. Genel anlamda konuya ilişkin tüm çalışmalar ısırık izinin bireye özgü olduğu kabulü ile başlamaktadır. Bu alanda çalışmaların yapılması ihtiyacını öngörmekle beraber aynı kategoride yer alan parmak izi delilinin güvenilirliğinin de kabule dayandığını göz ardı etmemek gerektiği kanaatindeyiz.

Parmak izi, bireyin kimliğini belirlemede kullanılan en yaygın biyometrik yöntemlerden biridir. Bu yöntem, tarihsel olarak insanın deri yüzeyinde yer alan papillaların oluşturduğu kıvrımların her bireyde farklı olduğu varsayımına dayanır. Ceza muhakemesi hukukunda failin tespiti için sıklıkla başvurulmuş bu iz türü, yıllar boyunca “benzersizlik” ilkesi üzerine inşa edilmiştir. Ancak son dönemlerde yapılan bilimsel araştırmalar, bu benzersizliğin mutlak değil, istatistiksel olarak yüksek olasılığa dayanan bir iddia olduğunu ortaya koymuştur (Neumann, 2012). Parmak izlerinin benzersiz olduğu fikri ilk olarak 19. yüzyılda Francis Galton tarafından sistematikleştirilmiştir. Galton’un yaptığı çalışmalar sonucunda, her bireyin parmak izi desenlerinin doğumla birlikte oluştuğu, yaşam boyunca değişmediği ve her birey için eşsiz olduğu kabul edilmiştir. Bu yaklaşım, adli bilimlerde parmak izinin “altın standart” olarak görülmesine yol açmış ve birçok mahkûmiyet kararının temel dayanağı olmuştur (Caplan, 1990). Her ne kadar tarihsel kabul güçlü olsa da modern bilimsel analizler bu iddianın yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle Anil K. Jain ve ekibinin yürüttüğü çalışmalar, parmak izlerinin benzersizliğinin kesin olarak ispatlanamadığını, bunun yalnızca yüksek olasılıklı bir varsayım olduğunu vurgulamıştır. Jain’e göre, milyarlarca insana ait tüm parmak izlerinin karşılaştırılması pratikte mümkün değildir, bu nedenle benzersizlik iddiası, istatistiksel temellere dayanan bir güven üzerinden işlemektedir (Jain vd., 2006). Daha yakın zamanda Columbia Üniversitesi tarafından yapılan bir araştırmada, yapay zekâ

algoritmaları kullanılarak aynı kişiye ait farklı parmak izleri arasında bazı yapısal benzerliklerin tespit edildiği bildirilmiştir. Bu bulgu, klasik adli biyometri anlayışını sorgulatan önemli bir veri olup, her parmağın izinin %100 farklı olduğunu varsayan anlayışın yeniden değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur (Columbia Engineering, 2024). Parmak izlerinin adli süreçlerde kullanılabilirliği, yalnızca bilimsel benzersizliğine değil, aynı zamanda ölçüm doğruluğuna, inceleme yöntemlerinin standardize edilip edilmediğine ve yorumlayan uzmanların tarafsızlığına da bağlıdır. Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilimler Akademisi'nin 2009 yılında yayımladığı raporda, parmak izi analizlerinin subjektif yorumlara açık olduğu, analistlerin görüş birliğine varmalarının her zaman mümkün olmadığı ve metodolojik bazı belirsizliklerin bulunduğu belirtilmiştir (National Research Council, 2009). Nitekim adli bilimlerde parmak izi deliline dayalı verilen bazı mahkûmiyet kararları, sonradan DNA gibi daha güçlü delillerle yanlışlanmış ve parmak izi analizinin her zaman mutlak güvenilir sonuçlar vermediği görülmüştür. Bu durum, özellikle sanığın mahkûmiyetine temel teşkil eden delilin “şüpheden uzak” olması gerektiği ilkesi açısından önem arz etmektedir.

Her ne kadar teorik düzlemde mutlak benzersizlik ispatlanamamış olsa da bugüne dek herhangi iki kişinin aynı parmak izine sahip olduğuna dair bir örneğe rastlanmamıştır. Bu nedenle parmak izi, uygulamada halen en güvenilir biyometrik yöntemlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Ancak modern yaklaşım, bu delilin diğer delillerle desteklenmesi gerektiğini, tek başına mutlak sonuca götürmeyeceğini kabul etmektedir (Chandler, 2013). Parmak izleri, yüksek bireyselleştirme kapasitesi, uzun süreli kalıcılığı ve geniş veri tabanları ile ceza yargılamasında önemli bir delil türü olmaya devam etmektedir. Ancak bu delilin bilimsel ve hukuki güvenilirliği, “mutlak benzersizlik” iddiası yerine, yüksek istatistiksel olasılık temeli üzerinden yeniden değerlendirilmelidir. Adil yargılanma hakkı, şüpheden uzak delillere dayanmayı zorunlu kıldığından, parmak izi gibi teknik delillerin diğer ispat vasıtalarıyla desteklenerek kullanılması gerekmektedir.

Isırık izleriyle benzeşme de aynı şüphe DNA için de geçerlidir. Bu durumun istisnası olan kimerizm, bir bireyin vücudunda genetik olarak farklı iki veya daha fazla hücre dizisinin bulunması durumudur. Bu hücre dizileri farklı zigotlardan kaynaklandığı için aynı bireyde birden fazla DNA profili mevcuttur (Blouin ve Askar, 2022). Kimerizm, adli tıp alanında DNA analizlerini karmaşıklaştıran önemli bir biyolojik durumdur. Özellikle suç mahallinden elde edilen biyolojik örnekler ile kişinin referans DNA profili arasında uyumsuzluklar görülebilir. Bu durum, kimerizmin var olduğu bireylerde, örneğin ağız içi epitel hücrelerinden alınan örnek ile kan örneğinin farklı genetik profiller sunabilmesinden kaynaklanır (Berger,

2013). Geleneksel olarak her bireyin genetik olarak benzersiz olduğu varsayımı, kimerizm durumlarında geçerliliğini yitirmektedir. Bu nedenle adli tıp uygulamalarının yanı sıra, organ nakli, genetik hastalık tanıları ve soy bağının belirlenmesi gibi alanlarda kimerizmin dikkate alınması hayati önem taşımaktadır (Alsaleh vd., 2021). Her ne kadar kimerizm nadir bir durum olarak kabul edilse de gelişen moleküler teknikler sayesinde tanı konulması daha sık hale gelmiş ve biyolojik kimlik kavramına dair yeni bir perspektif kazandırmıştır (Walker, 2008).

Bu bağlamda, dental yapıların bireye özgüllüğü, mevcut bilimsel literatür ve adli uygulama birikimiyle çelişmeyen, aksine desteklenen bir kabul olarak değerlendirilmektedir.

Delil, geçmişin geleceğe bıraktığı izdir. Bu nedenle her tür delil, kendi bağlamı içinde kıymetlidir ve en küçük iz dahi, maddi gerçeğe ulaşma yolunda adaletin terazisinde belirleyici bir ağırlık taşır.

1.4. Isırık İzinin Tanımı

Adli bilimler kapsamında değerlendirilen ısırık izi, genellikle insan ya da hayvan dişlerinin canlı ya da cansız dokular üzerindeki mekanik teması sonucu oluşan, morfolojik olarak tanımlanabilir bir yaralanma desenidir. Bu izler, fiziksel bir saldırı sırasında failin mağdura uyguladığı doğrudan diş temasıyla meydana gelebileceği gibi, mağdurun kendini savunma amacıyla saldırgana gerçekleştirdiği ısırma eylemi sonucunda da oluşabilir. Bu yönüyle ısırık izleri, olay yeri incelemelerinde hem mağdur hem de fail açısından değerlendirilmesi gereken çift yönlü adli bulgular arasında yer almaktadır (Pretty ve Sweet, 2001).

Isırık izleri genellikle yumuşak dokular üzerinde oluşur ve en sık olarak kol, omuz, boyun, meme ve kalça bölgelerinde görülür. İzlerin anatomik lokalizasyonu, olayın niteliği hakkında önemli ipuçları sunabilir. Bununla birlikte, yalnızca fiziksel travmanın varlığını göstermekle kalmaz; aynı zamanda iz bırakan bireyin diş morfolojisi, çene yapısı ve ısırma biçimi hakkında da bilgi sunar (Shebah vd., 2022). Diş diziliminde bulunan çapraşıklıklar, eksik veya fazla diş, kırık dişler ve ark genişliği gibi bireye özgü yapısal özellikler, izlerin özgün karakterini belirler ve ısırık izini diğer travmatik lezyonlardan ayırır.

Tipik bir insan ısırığı, oval ya da halka benzeri bir formdadır ve maksiller (üst çene) ile mandibular (alt çene) arkların izlerini içerir. İzlenen kemerler, sıklıkla U ya da C benzeri

eğrisel bir formda oluşarak deri yüzeyinde karakteristik bir konumlanma gösterir. Kemerlerin merkezinde dişlerin uyguladığı basınca bağlı olarak kontüzyon (morarma) oluşabilirken, dış çevrede kesici dişlerin neden olduğu çizgisel sıyrıklar yer alabilir (NIST, 2023). Dişin kesici kenarları, konumu ve dizilimi gibi morfolojik unsurlar, bu izlerin anatomik ayrımında belirleyici olur.

Isırık izleri, yalnızca travmatik bir şekil formasyonu değil, aynı zamanda failin diş yapısına özgü morfolojik işaretleri dokuda bırakan biyometrik bir iz niteliği taşır ve bu yönüyle adli tanımlamada “biyolojik imza” işlevi görür (Pretty ve Sweet, 2001). Bu nedenle adli diş hekimliği bağlamında, her ısırık izi benzersiz kabul edilir ve tanımlanabilirliği yüksek iz türleri arasında yer alır.

Sonuç olarak, ısırık izi tanımı, yalnızca mekanik bir yaralanma biçimi olarak değil, aynı zamanda diş morfolojisinin canlı dokuya yansıyan özgün izleri olarak ele alınmalıdır. Bireysel farklılıklar, izlerin karakteristiğini belirlediği için her bir ısırık izi, adli anlamda potansiyel olarak kişiye özgü nitelikler taşır.

1.5. Isırık İzinde Kullanılan Güncel Sınıflama Sistemleri

Isırık izlerinin adli bilimlerde değerlendirilmesi, yalnızca görsel tanımlamalardan ibaret olmayıp, travmatik etki derecesi, morfolojik yapı, uygulanan basınç düzeyi, anatomik lokalizasyon ve davranışsal bağlam gibi çok boyutlu değişkenlerin sistematik olarak analizini gerektirir. Bu çerçevede geliştirilen sınıflama sistemleri, adli diş hekimlerinin olay yerinde elde edilen ısırık izlerini daha standart ve anlamlı biçimde tanımlamasına olanak tanımaktadır (Pretty ve Sweet, 2001).

1.5.1. Travmatik Yaralanma Türlerine Göre Sınıflama

Isırık izleri, ciltte bıraktıkları doku hasarının türüne göre yedi ana kategoride sınıflandırılabilir: Hemoraji (küçük kanama noktaları), aşınma (abrasion), kontüzyon (morarma), yırtılma (laceration), insizyon (kesik tarzı iz), avülsiyon (doku kopması) ve artefakt (parça ayrılması). Bu sınıflandırma hem lezyonun ciddiyetini hem de olayın şiddetini yansıtmaları bakımından önemlidir (Shebah vd., 2022; NIST, 2023).

1.5.2. Basınç Düzeyine Göre Sınıflama

Isırık izleri, uygulanan çiğneme kuvvetine göre dört derecede değerlendirilir: 1. derece (hafif basınç – silik iz), 2. derece (orta basınç – kontüzyon), 3. derece (yüksek basınç – laserasyon) ve 4. derece (aşırı basınç – doku kopması) (NIST, 2023).

1.5.3. Morfolojik Desenlere Göre Sınıflama

Prototipik ısırık izleri oval/halka şeklindedir; belirgin kemer yapıları içerir. Kutanöz izler ise düzensizdir ve diş kemerleri net değildir (Pretty ve Sweet, 2001; Shebah vd., 2022).

1.5.4. Psikodinamik Davranış Modeline Göre Sınıflama

Walter'ın modeline göre ısırıklar; öfke-dürtüsel, sadistik ve ego-kannibalistik olarak üçe ayrılır. Bu sınıflama, özellikle cinsel suçlarda fail profili oluşturmada kullanılır (Walter, 1984).

1.5.5. Anatomik Lokalizasyona Göre Sınıflama

Isırığın vücut üzerindeki konumu suçun türü hakkında ipuçları sunar. Kol-omuz: savunma; meme-boyun-genital bölge: cinsel saldırı; yüz: sadistik saldırılar (Shebah vd., 2022; NIST, 2023).

1.5.6. Tekrarlılık ve Desen Çeşitliliğine Göre Sınıflama

Aynı bölgede çifte ısırık, üst üste binmiş ya da silinmiş izler olabilir. Bu tür izler özel tekniklerle saptanabilir (NIST, 2023).

Isırık izlerinin sınıflandırılması, olayın niteliğini anlamada ve adli değerini belirlenmesinde kritik rol oynar. Bu sistematik yaklaşımlar hem olayın gelişimini hem de faile dair bilgileri objektif biçimde ortaya koymaktadır.

1.6. İnsan Ağız Boşluğu Anatomisi ve Isırık İzi Oluşumu

Adli diş hekimliği, suçla ilişkili olayların çözümünde ağız ve diş yapısına ait izlerin değerlendirilmesiyle önemli ipuçları sunan bir alandır. Bu bağlamda ısırık izlerinin doğru

şekilde analiz edilebilmesi için, insan ağız boşluğunun anatomik yapılarının detaylı biçimde anlaşılması gereklidir. Çünkü ısırık izi yalnızca fiziksel bir temasın izi değil; bu temasın, hangi yapılar yoluyla ve ne şiddette gerçekleştiğini ortaya koyan biyolojik bir kayıttır (ABFO, 2018).

Ağız boşluğu; üst ve alt çene kemiklerinin oluşturduğu kemerler, bu kemerlerde yer alan dişler ve çevresindeki yumuşak dokulardan oluşur. Özellikle ön kesici ve kanin dişler, iz bırakmada en aktif rolü üstlenir. Dişlerin şekli, büyüklüğü, dizilimi ve yüzey yapısı bireyler arasında büyük farklılıklar gösterdiğinden, oluşan izler de kişiye özgü nitelik kazanır (Pretty ve Sweet, 2001). Ayrıca dişlerdeki dolgu, kırık, rotasyon veya aşınma gibi detaylar da bu benzersizliği daha da artırır (NIST, 2023).

Isırma sırasında çiğneme kuvvetinin dişler aracılığıyla aktarıldığı alveolar kemik ve periodontal bağ dokusu, izlerin oluşmasında belirleyici anatomik yapılardandır. Bu yapılar, dişin hareketini sınırlandırarak kuvvetin daha etkili aktarılmasını sağlar (Nayak ve Tamgadge, 2022). Aynı zamanda çene kasları—özellikle masseter ve temporalis kasları—ısırma sırasında uygulanan kuvvetin kaynağıdır. Kas gücünün yoğunluğu, izlerin derinliğini ve dokuda oluşturduğu hasarı etkileyebilir (De Stefano ve Ruggiero, 2024).

Isırık izlerinin morfolojisi; çene kapanma yönü, kas gücü, temas edilen bölgenin elastikiyeti gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterir. Tipik bir insan ısırığı çift kemerli, ovalimsi bir yapıdadır. Genellikle merkeze yakın alanlarda kontüzyon (morarma), çevrede ise kesici dişlerin oluşturduğu çizgisel sınıklar gözlenir. Bu desen, sadece failin diş yapısını yansıtmakla kalmaz, aynı zamanda olayın gerçekleşme biçimi hakkında da bilgiler sunar (ABFO, 2018).

Bireysel varyasyonlar da ısırık izi özelliklerini etkiler. Örneğin brachycephalic yüz yapısına sahip bireylerde çene daha geniş olabilir ve daha güçlü ısırıklara neden olabilirken; dolikosefalik yüz yapısına sahip bireylerde çene dar olduğu için izler daha yüzeysel kalabilir. Aynı şekilde yaş, cinsiyet ve kas kitlesi gibi faktörler de ısırık izinin şiddetini doğrudan etkiler (Raj vd., 2024)

Adli süreçlerde bu izlerin hızlı ve doğru bir biçimde kayıt altına alınması büyük önem taşır. Yüksek çözünürlüklü dijital fotoğraflar, üç boyutlu taramalar ve yapay zekâ destekli analiz araçları, izlerin bozulmadan belgelenmesini sağlayarak analiz doğruluğunu artırır (Raj

vd., 2024). Bu yöntemler sayesinde elde edilen veriler, bireysel anatomik özelliklerle karşılaştırılarak güvenilir değerlendirmeler yapılabilir.

İnsan ağız boşluğuna ait anatomik ve fonksiyonel detaylar, ısırık izlerinin oluşumunda merkezi bir rol oynamaktadır. Dişlerin morfolojisi, çene yapısı, kas gücü ve yumuşak doku özelliklerinin birlikte değerlendirilmesiyle, ısırık izlerinin daha sağlıklı analiz edilmesi ve olayların aydınlatılması mümkün hale gelmektedir.

1.6.1. Ağız Boşluğunun Yumuşak Doku Yapıları ve Isırık İzi Oluşumundaki Roller

Ağız boşluğu, kemik yapıların yanı sıra yumuşak dokular açısından birleşik bir sistemdir. Bu dokular, ısırık izi oluşumunda hem doğrudan hem dolaylı rol oynar. Adli değerlendirmelerde her bölümün anatomisi ve biyomekaniği ayrı ayrı ele alınmalıdır.

Dudaklar, ağız boşluğunu dış dünyadan ayıran ifade edici yapılardır. Yumuşak, damar ve sinir ağları içerikleri nedeniyle ısırık sırasında tampon görevi görebilir. Ayrıca ön diş temasıyla doğrudan maddi izlenim bırakabilir (Nayak ve Tamgadge, 2022). Dudak dokusunun sertliği veya elastik yapısı, basınç dağılımını etkiler ve izde kontüzyon, eskimoz gibi özellikler oluşturur (Mohammed vd., 2023).

Dil, ağız tabanında yer alan güçlü bir kas yapısıdır. Isırma sırasında çenenin kapanmasıyla üst ve alt kesici dişler dilin yüzeyine temas edebilir. Bu temas sırasında dilde hematoma, sıyrık gibi izler oluşabilir; özellikle refleksif kapanma halindeki ısırıkta delil niteliği taşıyan küçük doku değişiklikleri meydana gelebilir (Mohammed vd., 2023).

Yanak iç yüzeyindeki (buccal mukoza) dokular, posterior dişlerle oluşturulan ısırıklarda önemli rol oynar. Buradaki mukozal yapı, çiğneme hatları, lokal inflamasyon veya kontüzyon izi bırakabilir (Nayak ve Tamgadge, 2022). Bu izler, kemik yapı olmadan sadece yumuşak dokudan kaynaklandığı için şekilsel farklılık gösterebilir.

Ağız tabanı, dilin alt ve yan dokularını içerir. Çene kapanması sırasında doğrudan hedef olmasa da dilin pozisyonu nedeniyle dolaylı iz oluşabilir. Oto-ısırmada ağız tabanındaki izler, dilin kuvvetli kapanmasına bağlı olarak gelişebilir ve dikkatle belgelenmelidir (Mohammed vd., 2023).

Sert damak, maksillar kemik üzerine örten mukozal yüzeydir. ısıruk sırasında çene kapanmasını stabil hale getirerek diğerk dokulara baskı uygulayan bir destek mekanizması sağlar. Bu kısım, iz oluşturmaya bile kaynak kuvvetin yönlendirilmesinde görev alır (Pileiçikienė ve Surna, 2004).

Yumuşak damak, sert damağın arkasında yer alan kısa, hareketli bir dokudur. Direkt iz oluşturmaya bu yapı, kapanma anında retro-mandibula basınç ile hafif kontüzyon veya papillater görünüm yapabilir. Ayrıca bu dokunun konformasyon değışiklikleri, ısıruk sırasında ağız boşluğu şekline etki eder (NIST, 2023).

Ağız boşluğundaki bu dokular, birlikte çalışarak iz oluşumuna şekil verir. Dudak ve yanak, izlerin periferik tanımını; dil ve ağız tabanı, iç doruğu; damak yapıları ise kuvvet yönlendirmeyi sağlar. Bu mekanik etkileşimler, iz analizindeki doğruluğu artırır. Özellikle adli olgularda, dudak ısıruklarında hem kırmızı çizgi hem morarma görülebilir (Nayak ve Tamgadge, 2022) ve yumuşak damak ile yanak arasındaki farklar lokal kontüzyon modeliyle ayırım sağlar; dilin sıkışması, parafili vakalarında iz bölümlenmesinde yardımcı olabilir (Mohammed vd., 2023).

1.6.2. Dişler ve Dental Morfoloji

Dişler yalnızca çiğneme fonksiyonuyla değil, adli bilimlerde de kimlik belirlemede kritik bir rol oynar. Dental morfoloji, bireye özgü diş yapılarının tanımlanmasını sağlar ve bu da ısıruk izi analizinde büyük önem taşır (NIST, 2023; Scott ve Irish, 2017). Dişler; şekilleri, boyutları, konumları ve yüzey özellikleriyle benzersiz bir biyometrik imza oluşturur.

İnsan diş yapısı toplam 32 dişi ve çene kemikleri ile desteklenen bir ark sistemini içerir. Özellikle ön kesici (insisiv) ve köpek (kanin) dişleri, ısıruk izi analizinde belirli bir form verir; bu dişler oval veya halka biçimli kemer yapılarıyla tanımlanabilir (Mohammed vd., 2023). Bu morfolojik özellikler, ısıruk izinin şekilsel doğruluğu adına büyük önem taşır.

Diş morfolojisi, çiğneme işlevinin ve bireysel farklılıkların anatomik izlerinin adli bilimlerde değerlendirilmesinde kritik bir veri oluşturur. Her diş tipi—kesici, köpek, küçük azı ve büyük azı—kendine özgü yapısal özellikler taşıyarak iz analizine bilimsel temel sağlar.

1.6.2.1. Kesici Dişler (İnsisiv)

Üst ve alt çenede yer alan toplam sekiz kesici diş, kesici kenara sahip ve düz bir yüzeye sahiptir. Labial yüzeyleri geniş ve düz, lingual yüzeyleri ise hafif çukurdur. Üst santrallerde bazen “shovel-shaped” biçim görülebilir ki bu tipik Asya ve Kuzey Amerika popülasyonlarında yaygındır (Scott ve Irish, 2017). Kesici dişlerin kemer düzeni, ısırık izlerinde oval/oral formu oluşturur.

1.6.2.2. Köpek Dişleri (Kanin)

Köpek dişleri (canin), kesici dişlerin yanında konumlanmış sivri, uzun ve koni şeklindedir. Tek köklüdür. Bu dişler, derin delici izler bırakabilir ve izde bireysel morfolojik imza sağlar. Çene kemerindeki görünümü, ısırık izi analizinde bireysel ayırt edici unsur olarak kullanılır.

1.6.2.3. Küçük Azı Dişleri (Premolar)

Toplam sekiz adet bulunan premolarlar; üstte genellikle iki, alt çenede tek köklüdür. Okluzal yüzeyleri daha az kompleks, iki veya üç tüberkül içerir. Bu dişler, lateral basınçların izlerde belirli patern yaratmasına neden olur. İnce belli, geniş krona sahip yapılarıyla izde belirgin çizgisel yapı oluşturabilir (Çekiç Nagaş ve Eğilmez, 2018).

1.6.2.4. Büyük Azı Dişleri (Molar)

En karmaşık şekillere sahip molar dişlerde, genellikle üç veya dört kök bulunabilir. Birden çok tüberkül ve gömülü fissürlere sahip yüzeyleriyle karışık izler bırakabilir (Scott ve Irish, 2017). Üst birinci molar dişte sık görülen "Carabelli tüberkülü", bireysel farklılıkları destekleyici önemli bir morfolojik özelliktir.

Dental morfoloji analizi üç boyutta gerçekleştirilir: frontal düzlemde diş arkının şekli ve simetrisi, sagittal düzlemde eğim ve kapanışlar ve yüzey detaylarında (cingulum, fissürler, tüberküller) gözlemler yapılır (NIST, 2023). Bu yapıların her biri, iz oluşumu sırasında dokuya aktarılır.

Isırık izi analizinde, ön kesici dişlerin bıraktığı izler genellikle oval dizilim şeklindedir. Bu yapıların morfometrik özellikleri—diş kemer açıklığı, dişlerin konumu, dişler arası mesafe gibi—ölçmeli olarak analiz edilir (Fournier vd., 2020). 3D tarama teknolojileri sayesinde bu ölçümler hatasız ve tekrar edilebilir biçimde yapılabilir ancak NIST'in 2023 raporu, diş yapısının her zaman izde birebir yansıtılmadığını vurgulamaktadır. Bunun üç temel nedeni bulunmaktadır: yalnızca ön dişler izde temsil edilir; deri bir zemin olup iz kaybına neden olabilir; uzman yorumlar öznel ve standardizasyon düşüktür.

1.7. Dental Anomaliler ve Alt Sınıflamaları

Dentoalveoler yapıda gözlenen dental anomaliler, genellikle genetik, embriyolojik ya da çevresel etkenlere bağlı olarak diş gelişiminin farklı aşamalarında ortaya çıkan yapısal ve fonksiyonel sapmalardır. Bu anomaliler bireylerin hem estetik hem de fonksiyonel sağlık durumlarını etkileyebileceği gibi, adli diş hekimliği bağlamında kimliklendirme açısından da değerli biyobelirteçler sunar (Proffit vd., 2018).

1.7.1. Dental Durum Anomalileri

Dişin ağız içerisindeki konumu ile ilgili sapmalar "durum anomalileri" olarak adlandırılır. Gömülü dişler, transpozisyon (dişlerin yer değişimi), rotasyon (dişin kendi ekseninde dönmesi) ve ektopik yerleşim (dişin normal anatomik sınırların dışında konumlanması) bu kapsamda değerlendirilir. Bu tür konumsal anomaliler, bireye özgü izler taşıyabileceği için adli analizlerde referans noktası oluşturabilir (White ve Pharoah, 2020).

1.7.2. Dental Sayı Anomalileri

Hipodonti: Kalıcı dişlerden bir veya birkaçının doğuştan eksik olması durumudur. En sık ikinci premolar ve lateral insisivlerde görülür.

Oligodonti: Altı ya da daha fazla diş eksikliği ile karakterizedir ve genellikle sendromik tablolarla ilişkilidir (Brook, 2009).

Anodonti: Tüm dişlerin doğuştan yokluğu çok nadirdir.

Hiperdonti: Normalden fazla dişin bulunmasıdır. Üst orta hatta gelişen "mesiodens" bu duruma tipik bir örnektir.

1.7.3. Dental Hacim Anomalileri

Makrodonti: Diş kronlarının normalden büyük gelişmesi durumu.

Mikrodonti: Diş kronunun küçüklüğü ile tanımlanır. Özellikle üst lateral insisivlerde görülen peg-lateral formu tipiktir (Ten Cate, 2013).

1.7.4. Dental Biçim Anomalileri

Gemination: Tek bir diş tomurcuğunun ikiye ayrılmaya çalışması ile ortaya çıkar.

Fusion: İki ayrı diş tomurcuğunun birleşerek tek yapıyı oluşturmasıdır.

Dens invaginatus: Dişin gelişimi sırasında epitel dokunun dişin içine katlanması sonucu oluşur.

Dens evaginatus: Dişin oklüzal yüzeyinde fazladan tüberkül gelişmesidir.

Talon cusp: Genellikle üst kesici dişlerin palatinal yüzeyinde belirginleşen ekstra tüberküldür.

Taurodontism: Molar dişlerde pulpa odasının dikey olarak genişlemesidir (Neville vd., 2015).

1.7.5. Dental Doku Anomalileri

Amelogenesis imperfecta: Mine dokusunun yapısal ve miktarsal gelişim bozuklukları ile karakterizedir.

Dentinogenesis imperfecta: Dentin dokusundaki anomaliler sonucunda mavimsi-gri renkte, opak ve kırılğan dişler gözlenir.

Hipomineralizasyon: Mineral yetersizliği nedeniyle mine zayıflığı ve renk değişiklikleri ile karakterizedir (Wright vd., 2015).

1.7.6. Dental Mutilasyonlar

Kültürel, travmatik ya da kişisel tercihlerle yapılan dişsel müdahaleler bu grupta değerlendirilir. Tarihsel olarak sivrilme, oyma, boyama gibi geleneksel uygulamalar; modern dönemde ise travmatik kazalar, sigara kullanımı, patolojik bozukluklar ya da madde bağımlılığına bağlı deformasyonlar dental mutilasyonlara örnektir. Adli vakalarda bu tür izler kimliklendirme açısından belirleyici olabilir (Pretty ve Sweet, 2001).

Dental anomaliler, bireysel farklılıkların en net gözlemlenebildiği morfolojik bulgular arasında yer alır. Diş hekimliğinde doğru teşhis ve planlama kadar, adli vakalarda kişiye özgü bir profil oluşturmak açısından da oldukça önemli biyobelirteçlerdir.

1.8. Oklüzyon, Angle Sınıflandırması ve Isırık İzi Analizine Etkisi

Dental oklüzyon, alt ve üst çene dişlerinin kapanış ilişkisini ifade eder ve bu ilişkinin değerlendirilmesinde Edward H. Angle tarafından 19. yüzyılın sonunda geliştirilen sınıflandırma, günümüzde halen geçerliliğini korumaktadır. Angle, bireylerin molar diş ilişkilerine göre oklüzyonlarını üç ana sınıfa ayırmıştır: Sınıf I (normal), Sınıf II (distooklüzyon) ve Sınıf III (mesiooklüzyon) (Senn ve Weems, 2013).

1.8.1. Sınıf I – Normal Oklüzyon ve Isırık İzine Yansıması

Sınıf I oklüzyon, maksiller birinci moların mesiobukkal tüberkülünün mandibular birinci moların bukkal oluşuyla hizalanmasıyla tanımlanır. Bu oklüzyon tipi, fonksiyonel olarak en dengeli yapıdır ve estetik açıdan ideal kapanışı temsil eder (PocketDentistry, 2016). Isırık izi analizi açısından bakıldığında, bu bireylerde oluşan izler genellikle simetrik, dengeli ve anatomik olarak düzgün dağılımlıdır. Üst ve alt diş arkları belirgin şekilde oval bir form oluşturarak iz üzerinde tanımlanabilir diş izleri bırakır (NIST, 2023).

1.8.2. Sınıf II – Distooklüzyon ve Isırık İzine Yansıması

Sınıf II oklüzyonda mandibular birinci molar, maksiller birinci moların daha gerisinde (distalinde) yer alır. Bu durum genellikle alt çenenin geride konumlanmasıyla karakterizedir. Sınıf II, Divizyon I ve Divizyon II olmak üzere ikiye ayrılır. Divizyon I'de üst kesiciler ileri eğimli ve overjet artmışken, Divizyon II'de üst kesiciler geriye eğilmiş ve overbite derinleşmiştir (Ghodashra, 2023). Isırık izi analizinde bu tip bireylerde üst dişlerin izleri daha baskındır; oval formlar genişler ve genellikle üst kesicilerin derin baskı izleri görülür. Bu durum, failin üst diş arkının iz üzerinde dominant olmasıyla sonuçlanır (Kanchan vd., 2015).

1.8.3. Sınıf III – Mesiooklüzyon ve Isırık İzine Yansıması

Sınıf III oklüzyon, mandibular birinci moların mesiobukkal tüberkülünün, maksiller birinci moların bukkal oluşunun önünde konumlandığı durumdur. Bu bireylerde alt çene genellikle ileri konumda bulunur ve negatif overjet mevcuttur (PocketDentistry, 2016). Isırık izi analizinde bu yapı, alt dişlerin belirgin şekilde iz üzerinde baskın hale gelmesine neden olur. Özellikle alt kesici dişlerin izleri ön plana çıkar ve izlerin genel formu, klasik oval yapıdan saparak asimetrik veya ters kapanışlı hale gelebilir (NIST, 2023; Senn ve Weems, 2013).

Angle'ın üçlü oklüzyon sınıflaması, yalnızca ortodontik tanı ve tedavide değil, aynı zamanda adli diş hekimliği uygulamalarında da kritik rol oynamaktadır. Sınıf I bireylerde izler simetrik ve dengeli olurken; Sınıf II'de üst diş, Sınıf III'te ise alt diş baskın izler oluşturur. Bu farklılıklar, olay yerinde elde edilen ısırık izlerinin analitik çözümlemesinde uzmanlara yol gösterici veriler sunar. Isırık izlerinin değerlendirilmesinde Angle sınıflamasının bilinmesi, özellikle olay yerinde bırakılan izlerin kime ait olabileceğinin değerlendirilmesinde büyük kolaylık sağlar. Molar ve kesici dişlerin konumu, iz üzerindeki baskı yoğunluğu, overjet ve overbite ilişkisi gibi unsurlar, izlerin sınıf temelli analizine olanak tanır. Bu bilgiler, yalnızca failin kimliklendirilmesinde değil, aynı zamanda adli profil oluşturulmasında da önemlidir (NIST, 2023; Kanchan vd., 2015).

1.9. Isırık İzlerinde Ön Tanı

Adli diş hekimliği uygulamalarında ön tanı, bir yaranın gerçekten ısırık izi olup olmadığını ayırt etmeye yönelik yapılan ilk sistematik değerlendirmeyi ifade eder. Bu evre,

olayın travmatik niteliği, failin davranış biçimi ve izlerin biyolojik anlamı hakkında önemli ipuçları sunar (University of North Carolina School of Government, 2023). Ön tanı süreci, izlerin morfolojik değerlendirmesinden fotografik belgelenmesine, DNA örneklemesinden dijital analizlere kadar geniş bir yelpazeyi kapsar.

İnsan ısırıkları genellikle oval veya halkasal yapılar sergiler ve bu izlerde maksiller ile mandibular arkların oluşturduğu çift kemer konfigürasyonu tanımlanabilir (NIST, 2023). Bu izlerde genellikle kemerler net bir şekilde seçilirken, merkezde kontüzyon (morarma) ve çevresinde kesici dişlere bağlı lineer sıyrıklar yer alabilir (ABFO, 2018; Pretty ve Sweet, 2001). Bu yapılar, ısırık izinin insan kaynaklı olup olmadığı konusunda ön tanıya ayırt edici rol oynar.

Isırık izinin bulunduğu bölge, olayın niteliğine dair fikir verir. Örneğin, kol ve omuz bölgesinde yer alan izler savunma davranışıyla; boyun, meme ve genital bölgelerde yer alan izler ise cinsel şiddetle ilişkilendirilebilir (Shebah vd., 2022). İzlerin boyutları ortalama 25–40 mm arasında değişmekte olup, bu ölçümler failin diş yapısıyla eşleştirme açısından temel referans sağlar (NIST, 2022).

Isırık izinin ön tanısında doğru ve sistematik fotoğraflama esastır. Bu işlem, iz düzlemine dik konumda, karşılıklı ölçek kullanılarak ve yeterli ışık altında gerçekleştirilmelidir (Golden, 2017). Görünürlüğü azalmış ya da silikleşmiş izlerde ultraviyole ışık ve alternatif dalga boyları kullanılarak lezyon daha net hale getirilebilir (Ubelaker ve Anderson, 2016).

Isırık izlerinden failin kimliğine yönelik biyolojik örnekler elde etmek mümkündür. Özellikle tükürük içeren yüzeylerden steril pamuklu svaplarla örnek alınması, DNA profillemesi için değerli bir ön tanı yöntemidir (University of North Carolina School of Government, 2023). Bu aşamada ABFO'nun önerdiği tekniklere uygun hareket edilmelidir (ABFO, 2018).

Isırık izlerinin, hayvan ısırıkları, travmatik düşme izleri veya cisim baskısı gibi diğer yaralanma türlerinden ayırt edilmesi gerekir. Bu nedenle yalnızca şekilsel benzerliğe değil, lezyonun derinliği, doku tepkisi ve iz bileşenlerine bütünsel olarak bakılmalıdır (Pretty ve Sweet, 2001; Shebah vd., 2022).

Günümüzde dijital teknolojiler ön tanıyı destekleyici araçlar sunmaktadır. Bilgisayar destekli 3D tarama sistemleri, overlay (örtüşme) analizleri ve diş-iz karşılaştırma yazılımları sayesinde ön tanı daha hassas ve tekrarlanabilir hale gelmiştir (NIST, 2022).

Isırık izlerinde ön tanı, olayın adli bağlamda nasıl değerlendirileceğini belirlemede kilit bir süreçtir. Bu evrede yapılan hatalar hem şüpheli tespiti hem de adli delil geçerliliği açısından olumsuz sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle tanı süreci hem klinik bilgi hem de teknolojik destekle disiplinli bir biçimde yürütülmelidir.

1.9.1. İnsan Isırık İzleri ile Karşılabilecek Hayvan Isırık İzleri

Adli diş hekimliği perspektifinde ısırık izleri, tanımlama süreçlerinde yüksek önem taşır. Ancak, insan kaynaklı izlerin hayvan ısırıklarıyla morfolojik benzerlik göstermesi, yanlış değerlendirmelere neden olabilir. Bu nedenle, adli analizlerde bu iki kategori arasındaki farkların iyi bilinmesi gereklidir (Johnson vd., 2018; Murmann vd., 2006).

İnsan ısırıkları, oval veya halka biçimli olup, maksiller (üst çene) ve mandibular (alt çene) kemerlerin karşılıklı temasını yansıtır. Bu izler genellikle 25–40 mm çapındadır ve simetrik bir yapı sergiler. Kontüzyon, sıyrık ya da yüzeysel laserasyon eşlik edebilir. Dental kemer şeklindeki hizalama ve kesici diş uçlarının izleri, analizde ayırt edici özelliklerdir (Johnson vd., 2018).

Buna karşılık, köpek ısırıkları genellikle çoklu delinme izleri, doku yırtıkları ve delinmelere bağlı izler içerir. Sivri ve aralıklı dişler nedeniyle tek tek diş penetrasyonları net olarak görülebilir. Bu izler, köpeklerin anatomik çene yapısı nedeniyle daha derin ve geniş olabilir (Murmann vd., 2006). Kedi ısırıkları ise küçük, derin ve lokalize delinmeler olarak ortaya çıkar; genellikle çizik ve tırmalama izleri eşlik eder. Kemirici hayvanlar (örneğin sıçanlar) tarafından oluşturulan izlerde, düzensiz kenarlar, yüzeysel ekskavasyonlar ve agresif yapı izleri görülür.

Ayrıştırmada en güvenilir parametrelerden biri intercanine mesafe (köpeklerde genellikle 32–50 mm; insanlarda 22–40 mm), kemer şekli (oval-insan, daire/kedi-köpek), ve diş morfolojisidir. Bu özellikler morfometrik analizle birlikte incelendiğinde ayırım yapılabilir (Murmann vd., 2006).

Adli değerlendirme sürecinde, ısıruk izlerinin doğru biçimde yorumlanabilmesi için bazı özel hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. İnsan kaynaklı ısıruklarda genellikle yüzeysel travmalar görülürken, hayvan ısırukları çoğunlukla doku kopmaları (avülsiyon), yırtılmalar veya delinmeler gibi daha derin ve düzensiz hasar paternleri ile karakterizedir (National Institute of Standards and Technology [NIST], 2023). Bu nedenle, izlerin yalnızca morfolojik özelliklerine değil, aynı zamanda çevresel ve biyolojik bulgulara da dikkat edilmelidir. Olay yerinde bulunan tüy, kan kalıntısı, DNA örnekleri gibi biyolojik materyaller, hayvan ısıruğını destekleyen deliller olabilir. Bu tür durumlarda adli veteriner hekim görüşü alınması, değerlendirmeye bilimsel bir katkı sağlayabilir (Merlino vd., 2020).

Yanı sıra, planlı çizim teknikleri ve overlay karşılaştırmaları da tanı sürecinde önemli rol oynar. İnsan ısırukları genellikle kemer şeklinde düzenli bir hizalanma gösterirken; köpek ısıruklarında düzensiz, çiftli delici izler, kedi ısıruklarında ise konik yapıda penetrasyon izleri gözlemlenir (Souviron ve Haller, 2020). Bu tür karakteristik izler, kaynak canlıyı ayırt etmekte önemli ipuçları sunar.

Sonuç olarak, morfolojik yapıların yanı sıra biyometrik ölçümler ve biyolojik veriler birlikte değerlendirildiğinde, insan ve hayvan ısıruk izleri büyük oranda birbirinden ayırt edilebilir. Bu ayırım, adli süreçlerde yanlış teşhislerin ve hatalı mahkûmiyetlerin önlenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir.

1.10. Isırık İzinin Benzersizliği

Isırık izi analizi, adli diş hekimliğinde kimliklendirme ve fail tespitinde kullanılan yöntemlerden biridir. Bu tekniğin temel dayanağı, her bireyin diş diziliminin benzersiz olduğu ve bu benzersizliğin ısıruk izi yoluyla yumuşak dokulara aktarılabilereği varsayımdır. Ancak bu varsayım hem anatomik hem de adli geçerlilik açısından bilimsel olarak ciddi şekilde tartışmaya açıktır.

Rawson ve arkadaşlarının 1984 yılında gerçekleştirdiği araştırma, belirli sayıda dişin konum ve morfolojik yapılarına dayalı olarak bireyler arasında ayırt edici farklar bulunabileceğini öne sürmüştür ancak bu değerlendirme, sınırlı örneklemler ve varsayımsal olasılık hesaplarına dayanması nedeniyle daha sonraki literatürde metodolojik açıdan eleştirilmiştir. Günümüzde bu bulgular, yalnızca destekleyici unsur olarak değerlendirilmektedir ve tek başına tanımlayıcı nitelik taşıdığı varsayımı geçerliliğini

yitirmiştir (Rawson vd., 1984). Bush ve arkadaşları (2011), 344 bireyin üç boyutlu diş kalıplarını karşılaştırarak benzer diş dizilimlerinin sanıldığından daha yaygın olduğunu göstermiş ve Rawson'un istatistiksel modellemesinin gerçek dünyada karşılık bulamayabileceğini savunmuştur. Sognaes ve meslektaşları (1982) ise monozygotik ikizlerin diş dizilimleri üzerinde yürüttükleri çalışmada, bazı küçük farklılıklar saptamış olsalar da bu farkların adli tanımlama açısından yeterli düzeyde ayırıştırıcı olmadığını bildirmişlerdir.

Dişlerin benzersiz olması, bu benzersizliğin deri üzerinde net ve bozulmamış şekilde iz bırakacağı anlamına gelmemektedir. İnsan derisi, yapısal olarak elastik ve dış etkenlere duyarlı olduğundan dolayı ısırma sırasında oluşan gerilme, ödem, yara iyileşmesi ve travmatik bozulmalar gibi faktörler, izi bozarak ve şekilsel bütünlüğünü zedeleyebilir. Fearnhead (1960) gibi öncü araştırmacılar, diş izlerinin insan derisinde sabit bir desen üretmediğini, özellikle ölümlerden sonra dokunun değişkenliğinin izi yorumlamayı daha da zorlaştırdığını belirtmiştir bu nedenle, teorik olarak benzersiz olan bir diş dizisinin adli olarak tanınabilir bir iz bırakması her zaman mümkün olamamaktadır.

Amerika Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) ile Başkanlık Bilim ve Teknoloji Danışma Konseyi (President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST], 2016) tarafından yayımlanan raporlar, ısırık izi analizinin temelini oluşturan üç varsayımı diş izlerinin benzersiz olduğu, bu izlerin cilde doğru şekilde yansıdığı ve uzmanların bunları hatasız biçimde yorumlayabileceği konularını bilimsel açıdan tartışmalı bulmuştur. Her iki kurum da ısırık izi analizinin sistematik geçerlilik testlerine tabi tutulmadığını ve bu nedenle yargı makamlarındaki yüksek etkisine karşın bilimsel desteğinin zayıf kaldığını bildirmiştir.

Buna rağmen, bazı araştırmalar diş dizisinin bireysel varyasyonlarına dair pozitif bulgular sunmaktadır. Kieser ve Bernal (2006) gibi araştırmacılar, geometrik morfometri teknikleriyle kişiye özgü diş biçimlerini analiz etmişlerdir. Franco ve arkadaşları (2015) ise ön dişlerin üç boyutlu analizinde nadir varyasyonların varlığını saptamıştır ancak bu morfolojik özelliklerin yumuşak dokuya ne kadar doğru yansıtılabildiği hâlâ tartışmalıdır. Dolayısıyla bu çalışmalar, teorik düzeyde benzersizliği desteklese de adli uygulamada doğrudan ve kesin tanımlama yapılmasına ilişkin çalışmaların artması gerekmektedir.

Teknolojideki ilerlemeler 3D yüzey tarama cihazları, bilgisayar destekli eşleştirme yazılımları ve dijital analiz sistemleri gibi yöntemler, özellikle insan kaynaklı subjektifliği

azaltmayı ve iz analizinin doğruluğunu artırmayı hedeflemektedir. Sheasby (2001), dijital iz ile örnek karşılaştırmalarında bozulma toleranslarını içeren bir algoritma geliştirmiştir. Benzer şekilde Evans ve arkadaşları (2014), bilgisayarlı analiz yöntemlerinin mahkeme nezdinde kabul edilebilirliğini artırabileceğini savunmuştur bununla beraber bu teknolojilerin adli sistemde yaygın şekilde kabul görmesi için metodolojik standartlara ve geniş ölçekli validasyon çalışmalarına da ihtiyaç vardır.

Isırık izi analizinin bilimsel temelleri halen tartışmalıdır. Diş dizisinin bireysel düzeyde farklılıklar içerebildiği kabul edilmekle beraber bu benzersizliğin deri yüzeyine doğru ve bozulmamış şekilde yansımalarının kesin olarak tespit edilememiş olması ve beraberinde analiz sürecindeki sübjektiflik, hatalı eşleştirmelere neden olabilmektedir. Dijital teknolojilerin entegrasyonu ile ısırık izi analizlerinin güvenilirliğini artırma potansiyeli taşımaktadır öte yandan günümüz adli sisteminde, ısırık izi analizlerinin daha objektif kanıtlarla desteklenmeden tek başına kullanılmasının, ciddi adli hata riskleri doğurabileceğini de göz ardı etmemek gerekmektedir.

1.11. Isırık İzlerini Etkileyen Faktörler

Isırık izi analizi, suç mahallerinde kimlik tespiti amacıyla uygulanan bir yöntem olmakla birlikte; insan derisinin biyomekanik özelliklerinden, ısırma basıncına, anatomik bölgedeki doku özelliklerinden, anizotropi ve distorsiyon türlerine kadar çok sayıda değişkenden etkilenir. İşte tam da bu nedenle analizin güvenilirliği üzerinde ciddi bilimsel kaygılar mevcuttur.

İnsan derisi hem elastik hem de zamana bağlı biçimde şekil değiştirebilen viskoelastik bir yapıya sahiptir. Bu karmaşık biyomekanik özellik, ısırık izlerinin oluşumunda doğrudan etkili olmaktadır. Diş yapısı sabit olsa bile, farklı bireylerdeki deri elastikiyetindeki çeşitlilik, aynı ısırık hareketinin farklı biçimlerde iz bırakmasına neden olabilir (Bush vd., 2009). Nitekim McNamee ve Sweet (1999), deri üzerinde oluşan deformasyonun yalnızca geçici bir etki olmadığını; zamana yayılan, giderek belirginleşen ve çoğu zaman kalıcı hale gelen bir iz sürecini tetiklediğini ortaya koymuştur.

Isırık anında uygulanan kuvvetin büyüklüğü, izlerin derinliği ve netliği üzerinde belirleyici bir rol oynar. Özellikle kadavralar üzerinde yapılan deneysel çalışmalar, düşük düzeydeki basınçların sadece yüzeysel veya silik izler bıraktığını, yüksek basınç

uygulamalarının ise deri altı dokularda bozulmalara yol açabilecek kadar derin izlere neden olduğunu göstermektedir (Senn ve Weems, 2013).

Bununla birlikte, vücudun farklı bölgelerinde bulunan deri ve altındaki yumuşak dokuların kalınlığı, elastik yapısı ve yağ-kas oranı, izlerin biçimini büyük ölçüde değiştirebilir. Örneğin, nazal ya da yanak bölgesi gibi daha gergin deri yapısına sahip alanlarda izler daha net biçimde tespit edilebilirken; karın veya gövde gibi daha gevşek deri yapılarına sahip alanlarda deformasyon nedeniyle izlerin bozulmuş görünme ihtimali artar (Pretty ve Sweet, 2001).

1.11.1. Anizotropi ve Deri Yönelimi

İnsan derisi anizotropik yani yönetime bağlı mekanik özelliklere sahiptir. Bu durum, derinin farklı yönlerde uygulanan kuvvetlere karşı değişken tepki vermesine neden olur. Örneğin deri üzerinde kolajen lifleri belirli hizalanma gösterir; bu hizalanma, derinin belirli yönlerde daha esnek veya daha dirençli olmasına yol açar. Langer gerilim çizgilerine paralel yapılan kesilerde deformasyonun minimal olduğu, ancak bu çizgilere dik yönlü baskıların belirgin asimetrik izlere yol açtığı göz önüne alındığında, ısırma anında dişlerin uyguladığı bası yönü, iz üzerindeki şekilsel deformasyonu doğrudan ve çarpıcı biçimde belirlemektedir (Ni Annaidh vd., 2013).

Bush ve Sheets tarafından insan kadvralarında yapılan deneyler, ısırık izi genişliğinin 7–28 katına varan ölçüde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu değişkenliğin önemli bir kısmı hem üst hem alt çenenin ayrı ayrı genişleme-deformasyon profilleri ve iz üzerindeki çapraz yönlü gerilmeler ile açıklanmaktadır (Bush ve Sheets, 2012). Bu da anizotropiye bağlı olarak sadece derinin değil, diş izi yüzeyinin de yapısal olarak farklı şekilde bozulabildiğini göstermektedir.

1.11.2. Primer Distorsiyon

Primer distorsiyon, ısırık esnasında anlık fiziksel deformasyon sonucu oluşan yapısal değişiklikleri tanımlar. Bu tür bozulma, iki alt kategoriye ayrılır:

Isırma eylemi sırasında hem failin hem de mağdurun pozisyonunda oluşan hareketler sonucu izde şekil bozukluğu meydana gelmesine dinamik distorsiyon denir. Deri ve mukoz

yapıların hareketi, izi açısal olarak kaydırabilir ya da ölçeksel olarak genişletebilir (American Dental Hygienists' Association [ADHA], 2005).

Basınç seviyesi ile deri ve alt dokular arasında oluşan yerel deformasyonları ise doku distorsiyonu kavramı ifade eder. Deri altındaki yağ ve kas katmanlarının esnekliği, iz üzerinde net değişikliklere neden olabilir. Örneğin, sert zona (kemikli yapıya yakın) üzerinde yapılan ısırıklarda iz daha keskin, yumuşak dokularda iz derin değil silik olabilir (American Dental Hygienists' Association [ADHA], 2005).

Sheasby ve MacDonald (2001) bu bozulma tiplerini sistematik olarak sınıflandırmış; dinamik ve doku distorsiyonlarının primer distorsiyonun temel bileşenleri olduğunu vurgulamıştır. Bu nedenle, tanımlama esnasında yalnızca diş formunun değil, bu bozulma dinamiklerinin de göz önünde bulundurulması gereklidir.

1.11.3. Sekonder Distorsiyon

Sekonder distorsiyon, iz üzerindeki değişikliklerin ısırma eyleminden sonra ortaya çıkan faktörlerle gerçekleştiği durumları kapsar:

Ödem, iyileşme süreci ve doku rejenerasyonu iz formunun zamanla bozulmasına yol açar. Isırık izinin çekildiği andan itibaren ilk 24 saat içinde belirgin değişiklikler görülürken, sonraki günlerde deformasyon azalsa da kalıcı bozulmalar devam eder ki bu duruma zaman bağlı distorsiyon denir (ADHA, 2005).

Mağdurun beden pozisyonundaki değişiklikler sonucu iz şekli gerilme ve büzülme etkisiyle bozulabilir. Bu bozulma türüne pozisyonel distorsiyon denir. Cadaver modeller bu tip bozulmanın ölçülebilir olduğunu ve analiz sonuçlarını etkileyebileceğini göstermiştir (McNamee ve Sweet, 2003).

İz alımında kullanılan kamera açısı, lens tipi ve ölçekli referans sisteminin eksikliği, iz şeklinin optik olarak yanıltıcı şekilde kaydedilmesine neden olabilir ve buna fotografik distorsiyon denir. Bu tür bozulmanın önlenmesi için ABFO “scale with 90° circle” şablonlarının kullanılması tavsiye edilir (Sheasby ve MacDonald, 2001).

Primer distorsiyon, ısırık oluşumu anında deride meydana gelen ilk deformasyonları kapsar ve bazı durumlarda, adli değerlendirme açısından kabul edilemez seviyede bozulmalara

yol açabilir. Nitekim “Recognition of Human Bite Marks” başlıklı kurs materyallerinde de bu tür primer bozulmaların izlerin yorumlanabilirliğini ciddi ölçüde sınırladığı belirtilmiştir. Ayrıca, izlerin oluşumundan sonra geçen süre, bireyin pozisyonundaki değişiklikler ve elde edilen görüntünün kalitesi gibi faktörler sekonder distorsiyonu artırmakta ve adli analizde ilave belirsizlikler yaratmaktadır (Recognition of Human Bite Marks: A Dental Hygienist's Role, 2005).

Modern dijital teknolojiler olan intraoral tarayıcılar, dijital overlay karşılaştırmaları ve metrik analiz sistemleri, ısırık izlerinin daha objektif biçimde değerlendirilmesine olanak sağlasa da hem şüphelinin diş dizisinin hem de izlenen deri yüzeyinin yapısal belirsizlikleri bu yöntemlerin doğruluğunu sınırlandırmaktadır. Özellikle elastik dokularda izlerin gerilme yönüne göre farklılaşması, sonuçların tutarlılığını olumsuz etkileyebilir (Bush ve Sheets, 2009). Isırık izi analizi, analist öznelliğine ve fiziksel olarak bozulabilir deri yapılarına büyük ölçüde bağlıdır.

1.12. Isırık İzlerinin Anatomik ve Adli Diş Hekimliği Açısından Genel Görünüm

Isırık izleri, adli diş hekimliğinin dikkat çeken delil türlerinden biridir. Anatomik açıdan değerlendirildiğinde deri ve alt dokular, diş dizisinin zeminine göre farklı biçimlerde tepki verir. Deri, visko-elastik bir yapıdadır; bu nedenle ısırma basıncı, tekrarlanan kuvvet ve derideki gerilme (hysteresis, creep) izi biçimlendirmede kritik rol oynar (NIST, 2023). Bu özellik, izlerin deride bazen net, bazen silik veya bozulmuş şekilde kalmasına yol açar.

Adli diş hekimliğinde inceleme sürecinde ısırık izleri genellikle eliptik veya iki U şeklinde görüntülenir. Üst ve alt kesici dişlerin iz biçimleri, tanımlama sırasında göz önünde bulundurulur (Christoloukas vd., 2024). Bu morfolojik yapı, özellikle çocuk istismarı ve cinsel saldırılarda meydana gelen ısırılarda sıklıkla görülür (Pandey ve Pathak, 2020). İnceleme sırasında doku altındaki kanama, ödem ve çevresel etkenler görünümü etkileyebilir; bu nedenle ABFO’nun “scale with 90° circle” fotoğraf kılavuzu izlerin net kaydedilmesine yardımcı olur (ABFO, 2018).

İnsanın diş yapısının teorik olarak benzersiz olduğu kabul edilse de bu tüm izlere yansımamakta, özellikle deri deformasyonu ve hareket etkisi, aynı iz üzerinde belirgin farklılıklara neden olabilmektedir (NIST, 2023). Bu nedenle adli incelemelerde iz-diş eşleşmesi tek başına yeterli bir delil olarak kabul edilmemektedir.

Modern adli protokoller, iz tespitinde 4 aşamalı bir yaklaşım önermektedir. Bunlar iz fotoğraflama, renk ve morfoloji analizi, kantitatif karşılaştırma (overlays), ve biyolojik destektir. Yanı sıra 3D tarama teknikleri ve bilgisayar destekli analizlerle izlerin sayısallaştırılması, subjektif yanı olarak kabul edilen insan hatasını azaltmayı hedeflemektedir (Acharya ve Nilendu, 2025).

Adli açıdan, ısıruk izi delili sadece olayla bire bir bağlantı oluşturmak için kullanılmamalıdır. NIST söz konusu yöntemi, destekleyici delil olarak tanımlamış ve yalnızca tek başına mahkûmiyete dayalı kullanılmaması yönünde uyarılmıştır (NIST, 2023). Mahkeme içtihatlarına göre, izlerin analizinde hata oranları yüksek olabileceğinden ve iz ile diş yapısı birebir eşleşmeyebileceğinden, adli raporlarda dikkatli değerlendirme gerekmektedir.

Sonuç olarak, ısıruk izleri anatomik olarak diş yapısı, deri özellikleri ve fizyolojik değişkenlerin etkileşimiyle şekillenir. Adli diş hekimliği açısından bu izler, destekleyici ama bağımsız delil statüsünde olmayan, dikkatli değerlendirme gerektiren bir kanıt kaynağıdır. Anatomik detayların net tutulması, sayısal analizlerin uygulanması ve biyolojik destekle birlikte kullanılması, ısıruk izlerinin adli değerini artıracaktır.

1.13. Delil Perspektifiyle ısıruk İzi, Tükürük ve Mikrobiyom

ısıruk izi delilleri, adli olgular sırasında hem fiziksel iz hem de biyolojik kanıt sunar. Özellikle üzerindeki tükürük, DNA profili sağlarken; mikrobiyom analizi, benzersiz mikroorganizma toplulukları sayesinde daha detaylı eşleştirmeye imkân tanır. Bu bütünleşik yaklaşım, diş izi ve DNA'yı destekleyen yeni bir adli bilim dalı sunmaktadır.

Mikrobiyom analizi, ısıruk izindeki tükürükle birlikte transfer edilen kompleks mikrobiyal yapıyı inceleyen multidisipliner bir yöntemdir. İnsan tükürüğünde 16S rRNA genetik işaretleyicilerle yapılan analizler, bireysel farklılıkları ayırtırmada etkinlik göstermektedir. Örneğin, bir derleme çalışmada belirtilene göre mikrobiyom, DNA analizini tamamlayarak kişiye özgü imza sağlayabilmekte ve bu özelliğiyle adli analizlerde ayırım gücünü artırmaktadır (Mehar vd, 2024).

Bu yöntemle elde edilen mikroorganizma örneklerinden yapılan çalışmalar, ısıruk izi üzerinde kalan tükürükten hem fail hem mağdur mikrobiyomu profilinin oluşturulabileceğini

göstermiştir. Hâlihazırda yapılan 3D görüntüleme ve bilgisayar destekli overlay teknikleri, mikrobiyom verileriyle birleştirildiğinde analitik gücü arttırmaktadır (Mehar vd., 2024).

Tükürükten izole edilen mikrobiyomla yapılan metabolom analizleri, bireyin yaşı, cinsiyeti veya diyet gibi özelliklerini yansıtan parametreleri tespit etme potansiyeline sahiptir. Örneğin, Çin'de farklı diyet gruplarında yapılan bir çalışmada, bitki/et ağırlıklı türlerin mikrobiyom kompozisyonu farklılaşmaları net şekilde görülmüştür (Sun vd., 2024). Bu yaklaşımlar biyolojik delile mikro düzeyde bilgi katmaktadır. Yanı sıra, mikrobiyom verileri zaman damgası belirlemek için de kullanılabilir. Tükürük mikrobiyom değişimlerinde gözlemlenen modellemeler, ısırık olayının ne zaman gerçekleştiği konusunda önemli ipuçları verebilmektedir ve bu doğrultuda, adli protokollerde mikrobiyata verilerinin ısırık izinin oluşmasına ilişkin zaman aralığı tahmininde giderek daha önemli bir rol oynamasını sağlamaktadır (Mehar vd., 2024). Bununla birlikte, mikrobiyom analizi çevresel koşullara dayanıklı yapısıyla öne çıkmaktadır çünkü bakteriyel DNA, ısı, pH, ultraviyole gibi etkenlere karşı insan DNA'sına kıyasla daha dayanıklıdır ki bu durum da degradasyon durumlarında dahi veri sağlamasına imkân tanır (Yan vd., 2024; Bajic vd., 2021).

Sonuç olarak, ısırık izi delillerini sadece diş izi ve tükürük DNA'sıyla analiz etmek değil; aynı zamanda üzerindeki mikrobiyom verisini analiz edip zamanla eşleştirmek, adli diş hekimliği alanında daha bütüncül bir yaklaşım sağlar. Bu yöntemler, özellikle ortam koşullarının veya zamanın iz üzerindeki etkilerini anlamada ve kesinleştirmede etkin araçlar sunmaktadır.

1.14. Farklı Materyallerde Isırık İzinin Tipikliği ve Varyasyonları

Isırık izi analizinde, izi bırakan materyalin fiziksel özellikleri büyük önem taşır. Deri, meyve, çikolata, peynir gibi materyaller, baskıya tepki şekilleri bakımından büyük çeşitlilik gösterir ve bu çeşitlilik, delil değerine doğrudan etki eder. NIST'in 2023 tarihli raporuna göre, insan derisinin viskoelastik özellikleri, ısırık izlerinin oluşumunu ve korunmasını etkileyen çok sayıda bozucu faktöre zemin hazırlar; bu durum, izlerin diğer yüzeylerdeki yansımalarından belirgin şekilde ayrılmasına neden olur. (NIST, 2023).

Mum ya da çikolata, peynir gibi gıda ürünleri üzerindeki ısırık izleri, dolgun ve net bir fırça izi görünümü sağlayabilir. (Przystańska vd., 2015) çalışmalarında, ısırık izi geometri analizinde peynir izlerinin en net, çikolatanın ise parçalanma eğilimli olduğunu, elmayla

kavun gibi meyvelerin ise elastikiyet nedeniyle ölçeksel ve şekilsel bozulma gösterdiğini gözlemlemiştir.

Deri kullanıldığında izlerin yapısal özellikleri farklılaşır. İnsan ve domuz derisi benzetilmeye çalışılsa da visko-elastisitenin ve Langer çizgilerinin bozulması sonucu ısırık izi görünümü ciddi biçimde değişebilir ve çapraz gerilmeye maruz kalan bölgelerde şekil bozulması en yüksek düzeye ulaşır (NIST, 2023).

Diş izi tespiti için kullanılan modern yöntemlerden biri 3D tarama ve dijital süperpozisyonudur. Auerkari vd., (2020) hem medikal reçine kalıplara hem de dijital intraoral taramalara dayalı analizlerde, 3D ortamın deformasyonu modelleme açısından daha üstün olduğunu göstermiştir.

Adli yorumlama sürecinde, izi bırakan materyalin elektriksel veya mekanik tepkisi dikkatle değerlendirilmelidir. Bazı kaynaklarda, örneğin meyve üzerindeki izlerde iz çapının genellikle 25–40 mm olduğu, merkezde kontüzyonun (morarma) gözlemlendiği belirtilmektedir (PocketDentistry, 2014).

Deneyssel veriler, ısırma kuvveti, materyalin elastik karakteristiği ve ısırık süresi değişkenlerinin birleşiminde izi bozan çok karmaşık fenomenlerin devreye girdiğini göstermektedir. Örneğin çikolatanın kırılkan yapısı, izi olsa da kalıcı hataların oluşmasına neden olurken; meyvenin yumuşak ve yüksek su içeriği izde çapraz sapmalara yol açar.

Materyal tipine bağlı olarak ısırık izinin görünümü anlamlı şekilde değiştiği ve gıda ürünleri üzerinde 3D taranan izlerin, belirli kalitelerle adli karşılaştırmaya uygun olduğu değerlendirilmiştir. Deri üzerindeki izler ise biyomekanik özellikleri gereğince dikkatle yorumlanmalı ve bu durumda adli diş hekimleri en güçlü araçları olan dijital karşılaştırma ve metrik analiz yöntemlerini kullanmalıdır. Isırık izlerine dair uluslararası kabul görmüş bir grafik veri tabanı bulunmadığından, her vaka özel bir analiz yaklaşımı gerektirmektedir.

1.15. Geçmişten Günümüze Isırık İzi Analiz Yöntemleri

1.15.1. Tarihsel Arka Plan ve İlk Uygulamalar

Isırık izi analizi, adli diş hekimliğinin hem klasik hem de tartışmalı dallarından biridir. İlk kez 19. yüzyıl sonlarında adli diş hekimliği pratiğine giren bu yöntem, özellikle 1970’li ve 1980’li yıllarda ABD’deki davalarda sıklıkla kullanılmıştır. En çok bilinen örneklerden biri olan Ted Bundy davasında, maktulün vücudunda bulunan ısırık izleriyle Bundy’nin diş dizilimi örtüştürülmüş ve bu eşleşme mahkemede delil olarak sunulmuştur (Bush ve Bush, 2010). Öte yandan bu yöntem, bilimsel topluluk içinde tartışmalı bir hâl almış ve zamanla güvenilirliğine dair ciddi eleştiriler yapılmıştır. Özellikle subjektif yorumlara dayalı overlay karşılaştırmaların, yanlış mahkûmiyetlere neden olabileceği yönündeki endişeler literatüre yansımıştır (NIST, 2020). Buna rağmen, ısırık izi analizi günümüzde adli süreçte tamamlayıcı delil olarak değerlendirilmektedir.

Bu tarihsel gelişim hem yöntemin potansiyelini hem de sınırlılıklarını ortaya koymak açısından önemlidir. İlk uygulamalarda kullanılan fotografik belgeler, asetat şablonlar ve manuel çizimler, günümüz dijital tekniklerinin temelini oluşturmuştur. Bu bağlamda, ısırık izi analizinin evrimsel süreci, bilimsel eleştiri ve teknolojik gelişmelerle birlikte ilerlemiştir.

1.15.2. 2D Fotoğraf ve Overlay Yöntemlerinin Gelişimi

Isırık izi analizinin adli diş hekimliği pratiğine sistematik biçimde entegre edilmesi, özellikle 2D fotoğraflama tekniklerinin yaygınlaşmasıyla mümkün olmuştur. Geleneksel yöntemlerde, iz bırakılan derinin fotoğrafı çekilir ve bu görüntü üzerinden asetat şablonlar (overlay) kullanılarak diş dizileriyle karşılaştırmalar yapılmaktaydı (Pretty, 2006). Bununla beraber bu yöntemler, büyük ölçüde uygulayıcının tecrübesine bağlı olduğundan öznel hatalara açıktı. Görüntü perspektifinin değişmesi, ışık açısı, cilt üzerindeki elastik bozulmalar ve fotoğrafın çekilme anı gibi unsurlar, analizin doğruluğunu ciddi şekilde etkileyebilmekteydi ve iz ile şablonun tam üst üste gelmesi için yapılan müdahaleler, analizde manipülasyona açık alanlar oluşturmaktaydı (NIST, 2023).

Yine de 2D overlay yöntemleri, uzun yıllar boyunca standart olarak kullanılmış ve bazı davalarda mahkûmiyet için yeterli görülmüştür. Özellikle iyi hizalanmış ve açık seçik izlerde,

bu teknik başarılı sonuçlar verebilmiştir. Bu yöntemler, 3D analizlerin temelini oluşturan ilk adımlar olarak da değerlendirilebilir.

1.15.3. 3D Tarama ve Dijital Süperpozisyon Teknikleri

Isırık izi analizinde geleneksel 2D yöntemlerin sınırlılıkları, araştırmacıları daha hassas ve tekrarlanabilir çözümlere yöneltmiştir. Bu bağlamda üç boyutlu (3D) dijital tarama teknolojileri adli odontolojide önemli bir dönüşüm yaratmıştır. 3D tarayıcılar hem şüpheli bireylerin diş kalıplarını hem de deri üzerindeki izleri üç boyutlu model olarak dijitalleştirmeye imkân tanımaktadır (Bush ve Bush, 2015). 3D süperpozisyon teknikleri, yüzey haritalarının birbirine üst üste bindirilerek geometrik benzerliklerin karşılaştırılmasını içerir. Bu yöntem, görsel karşılaştırmanın ötesinde, metrik doğrulama imkânı da sunmaktadır. Özellikle dişlerin yüksekliği, aralıkları ve eğrilikleri gibi unsurlar sayısal veriye dönüştürülerek analiz edilebilmektedir.

Bu teknolojiler hem objektif ölçüm sağlaması hem de verilerin saklanabilir ve tekrar analiz edilebilir olması nedeniyle öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, hâlen yaygın kullanıma geçilmemiştir. Bunun temel nedeni, yüksek maliyet, teknik uzmanlık gereksinimi ve adli süreçlerde bu yöntemlerin standartlaştırılmamış olmasıdır (DeVore vd., 2013). Yine de 3D analizler, gelecekte ısırık izi analizlerinin temel taşı olacaktır.

1.15.4. Bilgisayarlı Analizler: Algoritmalar ve Yazılımlar

Isırık izi analizinde teknolojik ilerlemeler, özellikle bilgisayar destekli algoritmaların geliştirilmesiyle ivme kazanmıştır. Geleneksel yöntemlerdeki sübjektiflik sorununu aşmak amacıyla, geometrik morfometri, yapay zekâ (AI), makine öğrenimi (ML) ve görüntü işleme yazılımları gibi dijital analiz teknikleri entegre edilmeye başlanmıştır (Sheets vd., 2006). Özellikle geometrik morfometrik analizler, izlerin ölçüsel ve açısal karakteristiklerini belirlemek için kullanılır. Bu sayede dişlerin yerleşimi, aralıkları, eksenel sapmaları ve bireye özgü dental anomaliler sayısallaştırılabilmektedir. Yapay zekâ sistemleri ise bu verileri çok sayıda veri setiyle karşılaştırarak, eşleşme olasılıklarını hesaplayabilmekte ve böylece insan hatasına daha az bağımlı, tekrar edilebilir sonuçlara ulaşılması mümkün olmaktadır (Goodwin vd., 2019). Ancak bu sistemlerin adli kullanımı henüz rutin hale gelmemiştir. Çünkü veri tabanlarının sınırlılığı, algoritmaların eğitilmesi için yeterli gerçek dava örneğine ulaşamama ve yasal kabullerle ilgili kısıtlılıklar sürecin yaygınlaşmasını engellemektedir. Buna rağmen,

bilgisayarlı analizler adli diş hekimliğinde nesnelliği artırma potansiyeli taşıyan en önemli gelişmelerden biri olarak kabul edilmektedir.

1.15.5. Gelecek Perspektifi: Mikrobiyom, Metabolom ve Yapay Zekâ

Isırık izi analizinin bilimsel geçerliliği konusundaki tartışmalar, bu yöntemin biyolojik temelli ve teknolojik yaklaşımlarla desteklenmesini gündeme getirmiştir. Bu bağlamda, tükürük mikrobiyomu, bireye özgü DNA dizileri ve metabolom analizleri adli süreçlerde yeni kanıt kategorileri olarak değerlendirilmeye başlanmıştır (Gopinath vd., 2021; Hyde vd., 2014). Mikrobiyom analizleri, özellikle tükürükten elde edilen bakteriyel DNA örüntülerine dayanır. Her bireyin oral mikrobiyotası kendine özgüdür ve bu özellik, ısırık iziyle birlikte bölgeden toplanan biyolojik örneklerin kişiye bağlanmasında önemli rol oynayabilir. Metabolomik analizler ise ısırık bölgesinde kalan biyokimyasal ürünlerin tespit edilmesini sağlar. Bu teknikler, ısırık izi analizini sadece morfolojik değil, aynı zamanda moleküler düzeyde destekleme potansiyeli taşır.

Yapay zekâ ve makine öğrenimi sistemleri ise, ısırık izi verilerinin büyük veri kümeleri üzerinden analiz edilmesini sağlayarak hem modelleme hem de karar destek açısından analist öznelliğini azaltabilir. Ayrıca görüntü işleme algoritmaları ile izlerin deformasyon oranları daha doğru tahmin edilebilmektedir (Goodwin vd., 2019). Öte yandan bu alanların henüz yeterince standardize edilmediği, mahkemelerde delil değeri taşıyabilmesi için daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç duyulduğu unutulmamalıdır.

Isırık izi analizi, tarihsel olarak adli diş hekimliğinin en çok tartışılan alanlarından biri olmuştur. Özellikle 20. yüzyılın ortalarından itibaren, mahkemelerde sunulan görsel karşılaştırmalar ve asetat overlay teknikleriyle popülerlik kazansa da bu yöntemin bilimsel temelleri zamanla sorgulanmaya başlanmıştır (Pretty, 2006; NIST, 2020). Subjektif yorumlara dayalı kararların yanlış mahkûmiyetlere neden olabileceği kaygısı, disiplinin evrimini zorunlu kılmıştır. Bununla birlikte, teknolojik gelişmelerin katkısıyla ısırık izi analizinde doğruluk ve güvenilirlik arttırılmaya çalışılmıştır. 3D tarama, dijital overlay ve yapay zekâ destekli analiz sistemleri, özellikle deformasyon kaynaklı belirsizliklerin giderilmesinde umut verici araçlar olarak öne çıkmaktadır (Bush ve Bush, 2010; Goodwin vd., 2019). Yanı sıra mikrobiyom ve metabolom analizleri gibi biyolojik yaklaşımlar, sadece diş izi değil, biyokimyasal izleri de delil olarak değerlendirme imkânı sunmaktadır (Hyde vd., 2014; Gopinath vd., 2021).

Isırık izi analizi ne bütünüyle güvenilmezdir ne de mutlak doğruluk sağlar ancak bu yöntemin adli bilimlerde daha sağlam bir yere sahip olabilmesi, teknolojik ve moleküler yeniliklerin konuyla ilgili çalışan adli dış hekimlerinin öznelliğini azaltacak şekilde entegre edilmesine, standart protokollerin benimsenmesine ve disiplinler arası iş birliğinin güçlendirilmesine bağlıdır.

1.16. Türkiye’de Adli Dış Hekimliğinde Kurumsal Gelişim ve Bilimsel Uygulamalar

1.16.1. Adli Dış Hekimliğinde Kurumsallaşma

1992 yılından itibaren Adli Tıp Kurumu bünyesinde adli dış hekimlerinin inceleme yaptığı, mahkemelerden gelen dava dosyalarının bu uzmanlar tarafından değerlendirilmeye başlandığı bilinmektedir. Bu kurumsallaşma, ısırık izi dahil adli dış hekimliği pratiğinin yasal ve kurumsal zeminde güçlü şekilde yer alması için bir kapı aralamıştır (Karakoca ve Aşçıoğlu, 2018; Erkol ve Baydar, 2000).

1.16.2. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü’ndeki Eğitim ve İzleme

İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü’nden yayımlanan tezlerde, ısırık izi analizleri için vaka protokolü oluşturulmuş, belirli bölgelerde iz verisi toplama metodolojisi tarif edilmiştir. Bu sistematik yaklaşım, ısırık izlerini delil karşılaştırma sürecine objektif bir şekilde sokmayı mümkün kılmıştır (Kocaoğlu, 2021).

1.16.3. Çukurova’da Overlay Metodolojisinin Kabulü

Çukurova Üniversitesi’nden yapılan bir doktora çalışmasında yapılan deneysel bir pilot uygulamada, kol üzerine bastırılan ısırık izleri dijital ortamda overlay metodu ile başarılı şekilde eşleştirilmiştir. Çalışmada herhangi bir istatistiksel hata oranına rastlanmamış, yöntem “etkili ve tatmin edici” olarak tanımlanmıştır (Yılmaz, 2022; İÜ Dış Hekimliği Fakültesi, 2021).

Türkiye’de ısırık izi delili yerel dava dosyalarında otomatik olarak reddedilmemekte, Adli Tıp Kurumu tarafından incelenmekte ve uygun protokollerle analiz edilmektedir. Overlay

metotları ve dijital analizlerin pilot düzeyde pozitif sonuçlar vermesi, yöntemin tamamen göz ardı edildiğini değil, dikkatli ve şartlı olarak uygulandığını gösterir.

1.17. Türkiye’de ısırik İzi Delilinin Adli Kullanımı ve Uluslararası Vakalar

Türkiye’de adli diş hekimliği, 1990’lı yıllardan itibaren Adli Tıp Kurumu’nda ısırik izi incelemelerini içeren davalara bilimsel bir yaklaşım kazandırmıştır (Starkocaeli, 2024). İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü’ndeki yüksek lisans ve doktora çalışmaları, overlay teknikleriyle iz-diş karşılaştırmalarının pilot düzeyde başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir (İÜ Tez Merkezi, 2022). Çukurova Üniversitesi’nde dijital analizlerle yapılan çalışmalarda, ısırik izlerinin bilimsel ölçekte karşılaştırılabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu akademik gelişmeler, Türkiye’de henüz serbest mahkeme dosyalarına yansımamış olsa da yöntemin bilimsel geçerliliğinin kurumsal zeminini sağlamlaştırmaktadır.

Uluslararası alanda ise ısırik izi, bazı istisnai koşullarda güçlü delil olarak sunulmuştur. Ted Bundy davası (1979) bu alanda öne çıkar: Bundy’nin diş dizisi, Chi Omega’da Lisa Levy’nin vücudunda bıraktığı izle eşleştirilmiş; ünlü adli odontolog Richard Souviron bunu mahkemede sunmuş ve bu delil Bundy’nin mahkûmiyetinde önemli rol oynamıştır (Souviron, 2009; Vale ve Marx, 2017). Florida Supreme Court, bu eşleşmeyi dosya delili olarak ele almış ve karar metninde detaylı biçimde işlemiştir (Bundy v. State, 1984).

People v. Marx (1975, Kaliforniya) davasında ise, mağdurun burnu üzerindeki ısırik izi ile şüphelinin diş kalıbı karşılaştırılmış, üç adli diş hekimi buna dayalı eşleşmeyi savunmuştur. Bu süreç, Frye standardı altında “genel kabul görmüş uygulama” olarak değerlendirilmiş ve mahkûmiyet kararı verilmiştir (Saks vd., 1989; Pretty, 2006).

Bu vakalar, adli sistemlerin ısırik izi analizine tamamen yasaklayıcı değil, doğru protokollerle uygulandığında delil değeri kazandırabileceğini göstermektedir. Türkiye’de ısırik izi delili, henüz doğrudan yargı kararlarına yansımamış olsa da akademik ve kurumsal gelişmeler bu yöntemi destekler düzeye taşımıştır. Ülkemizde ısırik izi analizleri, akademik düzeyde gelişimini sürdürürken; uluslararası yargı örnekleri yöntemin dikkatli uygulandığında hukuki değer kazanabileceğini göstermektedir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Yapılan çalışmanın alana katkı sağlayabilmesi ve maksimum yararlanım hedefine ulaşmak için uygulama kolaylığının önemli parametrelerden biri olduğu gözetilerek çalışmanın in-vitro şartlarda yapılması tercih edilmiştir. Dolayısıyla bu tez çalışması Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde yürütülmüştür ve tarafımızca bu çalışmaya özel düzenek ve malzemeler geliştirilmiştir.

Isırık izi analizi çalışmalarının kısıtlayıcı öğelerinin tümüyle ekarte edilmesi mümkün görünmemektedir ancak olası tüm faktörlerin standardize edilebildiği, deneysel tekniklerin geliştirilmesi doğru sonuçlara ulaşmak açısından değerlidir. İşte bu noktada deneysel olarak ısırık izi oluşturma aşamasında yenilikçi bir cihaz gereksinimi doğmuştur. Ürün tasarımı, fikir üretme, fizibilite, kavramsal tasarımın yapılması ve sonrasında üretime giden ayrıntılı bir tasarımın tamamlanması gibi bir dizi ara adımla, özellikli bir gereksinimi çözmeye yönelik sistematik adımların tümünü kapsamaktadır.

Isırık izlerinin, in-vitro şartlarda, gerçeğe en yakın şekilde oluşturulması hedeflenmiş ve çalışmamız için tarafımızca insan ısırık izi simülatörü geliştirilmiştir. Bu cihaz tasarımı, adli vakaların çözümüne dair oluşan ihtiyacın, bir mühendislik projesiyle birleştirilmesinden doğmuştur.

Tarafımızca aynı şartlardaki her deneyde aynı sonucun alınması sağlanarak basıncın kişiye değil bir basınç ölççere bağlı olarak sabitlenebildiği ve standardizasyonu sağlayabilen bir cihaz tasarımı yapılmıştır.

Yapılan literatür taraması sonucunda, bazı araştırmacılar tarafından, insan ısırığını simüle etme amacıyla farklı cihazlar geliştirildiği, bu cihazlardan bazılarının sadece tek diş kapanışını bazılarının ise tüm çeneyi kapsadığı, kullanılan basıncın sabit olmadığı, kullanıcının uygulamasına göre değiştiği, diş yapısı için ise akrilik veya krom nikel döküm kullanıldığı görülmüştür.

Adli diş hekimliği uygulamaları için tasarlanan bu yenilikçi ısırık izi simülatörü, insan çiğneme mekanizmasını biyomekanik doğrulukla taklit edebilecek şekilde geliştirilmiştir. Cihaz, temporomandibular eklemin doğal kapanma açısını esas alan metalik bir çene

platformuna entegre edilmiş olup, sabit ve tekrarlanabilir çiğneme kuvveti üretmek üzere yüksek basınçlı bir pneumatik sistemle desteklenmiştir. İnsan ısırık izi simülatöründe ise istenilen basınç stabil olarak uygulanabilmekte ve dolayısıyla insan ısırığının yaklaşık kuvvet değerleri üzerinden sabit bir değerle ve her seferinde aynı şartlar altında ısırık izinin oluşturulması sağlanabilmektedir. Bu amaçla, tarafımızca, fiziksel etkenlere dayanıklı olması için paslanmaz çelik kor üzerinde, pneumatik sistemle ve 8 bar basınçlı, 25 lt. tank hacmine sahip, dakikada 224 L akış hızına sahip, DZ-2025F model, Puma marka kompresörle çalışan, üzerindeki Exp Flex marka 10 bar ölçekbilen manometre sayesinde sabit basınçlarda kapanma sağlanabilen, bulunduğu yerde sabit kalabilen ve ağız kısmı temporomandibular eklemnin kapanma açısını canlandıran ve en önemlisi de üzerinde, sabit basınçla, yani insan temporomandibular eklemnin uygulayacağı basınca eşlenik olarak oluşturulan çiğneme kuvvetini kilogram olarak ölçen Brader marka dijital hassas terazi bulunan bir cihaz tasarım ve prototip imalatı yapılmıştır. Hidrolik sistemlerin yayılanma riskinden kaçınılarak tercih edilen pneumatik yapı, kontrollü, kararlı ve titreşimsiz kapanmalar sağlamaktadır. Simülatör üzerinde 1 adet açma ve 1 adet kapama butonu bulunmaktadır. Bu butonlardan yeşil olan açma kırmızı olan ise kapama hareketi yapmaktadır. Cihazın gövde bölümünün içine yerleştirilen pneumatik sistem, kompresör yardımıyla oluşturulan hava basıncını 1,2 cm çapındaki mavi plastik borular vasıtasıyla manometreye iletmektedir. Bu noktadaki basınç, manometre üzerindeki ayar kontrol aparatı ile arttırılıp azaltılabilmektedir. Manometreden gelen sabit basınç çene eklemine yansıtılmakta ve istenilen hızda açma kapama hareketi yapılabilmektedir. Sistem, çene platformunda bulunan lineer hareket slotu sayesinde 1,5 cm'lik ileri-geri hareket yeteneğiyle hem anatomik gerçekçiliği hem de deneysel esnekliği arttırmaktadır. Cihaz üzerinde iki adet taşıma kolu bulunmaktadır. Modüler tasarımı, taşınabilir gövdesi ve yüksek basınca karşı dayanıklı çelik iskeleti ile bu simülatör, ısırık izi analizlerinde güvenilir, standardize ve objektif veri üretimi için ideal bir altyapı sunmaktadır.

Tasarım sürecinde, sadece mühendislik parametreleri değil, aynı zamanda adli bilimlerin ihtiyaç duyduğu doğruluk, tekrarlanabilirlik ve bilimsel izlenebilirlik gibi kriterler de göz önünde bulundurulmuştur. Bu simülatör, başta ısırık izi analizleri olmak üzere, dental travma modellemeleri, iz kalıcılık testleri ve materyal deformasyon çalışmaları gibi çok sayıda adli ve deneysel araştırmada kullanılabilecek çok yönlü bir araştırma altyapısı sunmaktadır.

Simülatör için, “Bir İnsan İçin Isırık İzi Simülatör Cihazı ve Çalışma Metodu” başlığı ile 12/09/2023 tarihinde 2023/011301 başvuru numarası ile Türk Patent ve Marka Kurumu'na başvurulmuştur.



Şekil 2.1. Isırık izi simülatörü ve kompresör



Şekil 2.2. Basınç ölçer



Şekil 2.3. Çalışma seti



Şekil 2.4. Isırık izi simülatörüne bağlı ana model

Bununla beraber cihazda, Fuji marka standart alt üst çene modelleri ve Fraseco marka, diş olarak insan dişine en yakın yapay materyal olan sert termoset plastik materyalden imal edilmiş, gerçeği simüle eden dişler kullanılmıştır (ANA 4 special teeth, Frasaco). Posterior diş dizilimleri standardizasyon açısından sabit olmakla birlikte çalışma gruplarını modifiye edebilmek amacıyla birinci aşamada ısırmaaya esas teşkil edecek alt ve üst çene anterior diş grupları (santral ve lateral keser dişler) arasına 1 mm. çapındaki alev uçlu frez ve SAESHIN Strong marka Mikromotor Set 210 (Mikromotor - Angldruva - Piyasemen) kullanılarak, farklı diastema (aralık) örneklemeleri oluşturulmuş, ikinci aşamada da bu örneklemeler Angle sınıf I (normal), Angle sınıf II (retrognatik) ve Angle sınıf III (prognatik) şekilde çiğneme düzeneğine yerleştirilmiştir.

Isırık izinin üzerinde oluşturulacağı yüzey için yani bir ölçüde cilt dokusunu taklit etmek üzere, dansitesi ayarlanmış özel bir kauçuk malzeme kullanımı tercih edilmiştir. Bu aşamada da bir ölçüde balistik jel gibi hizmet edecek ancak balistik jel malzemenin ısırık izlerini göstermedeki dezavantajlarını ortadan kaldıran $(-R_2Si-O-SiR_2-)$ kimyasal formülüne sahip kauçuk temelli malzeme kullanılmıştır. Bu malzeme ısırma esnasında balistik jel gibi parçalanmayan ısırık izini aynen duplike eden bir yapıdadır. Kullanılan malzemeden 1 cm yüksekliğinde, 10 cm eninde ve 10 cm boyunda bloklar hazırlanmış ve bu bloklar üzerinde insan ısırık izi simülatörü vasıtasıyla ısırık izleri oluşturulmuştur. Ayrıca 9 adet koyun

humerus ve radius kemiği temin edilmiş bu kemikler 100 ° C sıcaklıkta 1 saat kurutulmuş ve sonrasında üzerine silikon materyal sarılarak kemikli dokuya benzer bir yapı elde edilmiş ve elde edilen bu maketler üzerinde de Angle sınıf 1, Angle sınıf 2 ve Angle sınıf 3 modellerle 4 bar sabit basınçta hafif, orta ve yüksek kuvvetlerle izler oluşturulmuştur. Hafif kuvvet 4-6 kilogram, orta kuvvet 10-12 kilogram ve yüksek kuvvet 18-20 kilogram olarak belirlenmiştir.

Oluşturulan izlerin bozulmadan analiz edilebilmesi için kauçuk benzeri malzemenin içine hidrojen peroksit (H₂O₂) konulmuş ve materyalin ısı ile sertleşir hale gelmesi sağlanmıştır. İzler oluşturulduktan sonra bloklar Bosch marka Hbf514ba0t model fırın kullanılarak 150 ° C sıcaklıkta 7 dk. ısıtılmış ve izlerin stabilizasyonu sağlanmıştır.

G Power programı kullanılarak $Pr(Y=1|X=1)$ H0 (Y= ISIRIK, X=EşLEşME) olasılığı 0.5, Tip 1 hata düzeyi (α): 0.05, Testin Gücü (1- β): 0.80 ve R² pretest yapılmadığı için hesaplanamadığından 0 değerleri kullanılarak yapılan hesaplama sonucun her grup için ısırma izi örneği n= 38 olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda, sınıf I (normal), sınıf II (retrognatik) ve sınıf III (prognatik) çene kapanışlarına sahip modeller ile bu modellerin diastemalı örnekleri olmak üzere toplamda 27 farklı interoklüzal ilişkide model simülatöre bağlanarak 4 bar sabit basınçla ve üç farklı kuvvetle (hafif, orta ve yüksek) özel kauçuk malzeme blok ve içine hayvan kemiği yerleştirilmiş özel kauçuk malzeme blok üzerinde ısırık izleri oluşturulması ve bu sayede toplamda 72 farklı örnek grubu elde edilmiş ve 2.016 adet diş izi elde edilmiş ve Canon EOS6 D marka pozlama süresi 1/80, İSO 200, mercek (lens) 24/105 ve yatay ve dikey çözünürlüğü 72 DPI olan kamera ile fotoğraflanmış ve tarafımızca incelenmiştir.

Çizelge 2.1. Örnek grupları

Grup	Çene İlişkisi	Anterior Diş Dizilimi	Kuvvet		
			Hafif	Orta	Yüksek
N.1.1	Normal	Üst iki santral keser diş arasında (orta hatta tek) 1mm diastema – alt çene normal	X		
N.1.2	Normal	Üst iki santral keser diş arasında (orta hatta tek) 1mm diastema – alt çene normal		X	
N.1.3	Normal	Üst iki santral keser diş arasında (orta hatta tek) 1mm diastema – alt çene normal			X
N.2.1	Normal	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt çene normal	X		
N.2.2	Normal	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt çene normal		X	
N.2.3	Normal	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt çene normal			X
N.3.1	Normal	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt santral dişler arasında 1 mm diastema	X		
N.3.2	Normal	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt santral dişler arasında 1 mm diastema		X	
N.3.3	Normal	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt santral dişler arasında 1 mm diastema			X
P.1.1	Prognati	Üst iki santral keser diş arasında (orta hatta tek) 1mm diastema – alt çene normal	X		
P.1.2	Prognati	Üst iki santral keser diş arasında (orta hatta tek) 1mm diastema – alt çene normal		X	
P.1.3	Prognati	Üst iki santral keser diş arasında (orta hatta tek) 1mm diastema – alt çene normal			X
P.2.1	Prognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt çene normal	X		
P.2.2	Prognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt çene normal		X	
P.2.3	Prognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt çene normal			X
P.3.1	Prognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt santral dişler arasında 1 mm diastema	X		
P.3.2	Prognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt santral dişler arasında 1 mm diastema		X	
P.3.3	Prognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt santral dişler arasında 1 mm diastema			X
R.1.1	Retrognati	Üst iki santral keser diş arasında (orta hatta tek) 1mm diastema – alt çene normal	X		

Çizelge 2.1. Devam Örnek grupları

R.1.2	Retrognati	Üst iki santral keser diş arasında (orta hatta tek) 1mm diastema – alt çene normal	X	
R.1.3	Retrognati	Üst iki santral keser diş arasında (orta hatta tek) 1mm diastema – alt çene normal		X
R.2.1	Retrognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt çene normal	X	
R.2.2	Retrognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt çene normal		X
R.2.3	Retrognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt çene normal		X
R.3.1	Retrognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt santral dişler arasında 1 mm diastema	X	
R.3.2	Retrognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt santral dişler arasında 1 mm diastema		X
R.3.3	Retrognati	Üst santral keser dişler ile lateral keser ve kanin dişler arasında (santrallerin arasında ve lateral dişlerin distallerinde toplam 3 adet) 1 mm diastema- alt santral dişler arasında 1 mm diastema		X
	Normal	Kemik üzerinde silikon sarılı maket	X	
	Normal	Kemik üzerinde silikon sarılı maket		X
	Normal	Kemik üzerinde silikon sarılı maket		X
	Prognati	Kemik üzerinde silikon sarılı maket	X	
	Prognati	Kemik üzerinde silikon sarılı maket		X
	Prognati	Kemik üzerinde silikon sarılı maket		X
	Retrognati	Kemik üzerinde silikon sarılı maket	X	
	Retrognati	Kemik üzerinde silikon sarılı maket		X
	Retrognati	Kemik üzerinde silikon sarılı maket		X

Bu çalışmada, deneysel olarak elde edilen ısılık izlerinin analizi ile bu izlerin oluşturulduğu bireysel ana modellerin karşılaştırılması sürecinde yüksek hassasiyetli dijital teknolojilerden ve ileri düzey görsel analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Öncelikle, hem ısılık izlerine sahip hedef yüzeylerin hem de bu izleri meydana getiren dental modellerin üç boyutlu dijital temsilleri, optik tarama prensibiyle çalışan ve sektör standardı hâline gelmiş bir ağız içi tarayıcı olan Trios 4 (3Shape, Kopenhag, Danimarka) aracılığıyla elde edilmiştir (Zeinstra vd., 2018). Bu sistem, LED tabanlı yapılandırılmış ışık projeksiyonu ve yüksek çözünürlüklü sensör teknolojisi sayesinde hem sert hem de yumuşak dokuların yüzey detaylarını mikron düzeyinde yakalayarak, distorsiyona yol açmadan gerçek zamanlı tarama imkânı sunmuştur. Tarayıcıdan elde edilen veriler, STL formatında dışa aktarılmış ve böylece üç boyutlu yüzey geometrileri, ileri modelleme süreçleri için uyumlu hâle getirilmiştir.

Sonraki aşamada, bu dijital ham veriler, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve dijital işleme yazılımları aracılığıyla yeniden yapılandırılmıştır. Ön işleme sürecinde yüzey gürültüsünü azaltmak, ağ topolojisini optimize etmek ve anatomik konturları daha belirgin hale getirmek amacıyla Meshmixer (Autodesk Inc.) ve Geomagic Wrap (3D Systems) yazılımlarından yararlanılmıştır. Bu sayede, iz yapılarının üç boyutlu morfolojisi hassasiyetle korunarak yüksek doğrulukla yeniden modellenmiş (remodelling) ve karşılaştırmaya uygun hale getirilmiştir (Thali vd., 2009).

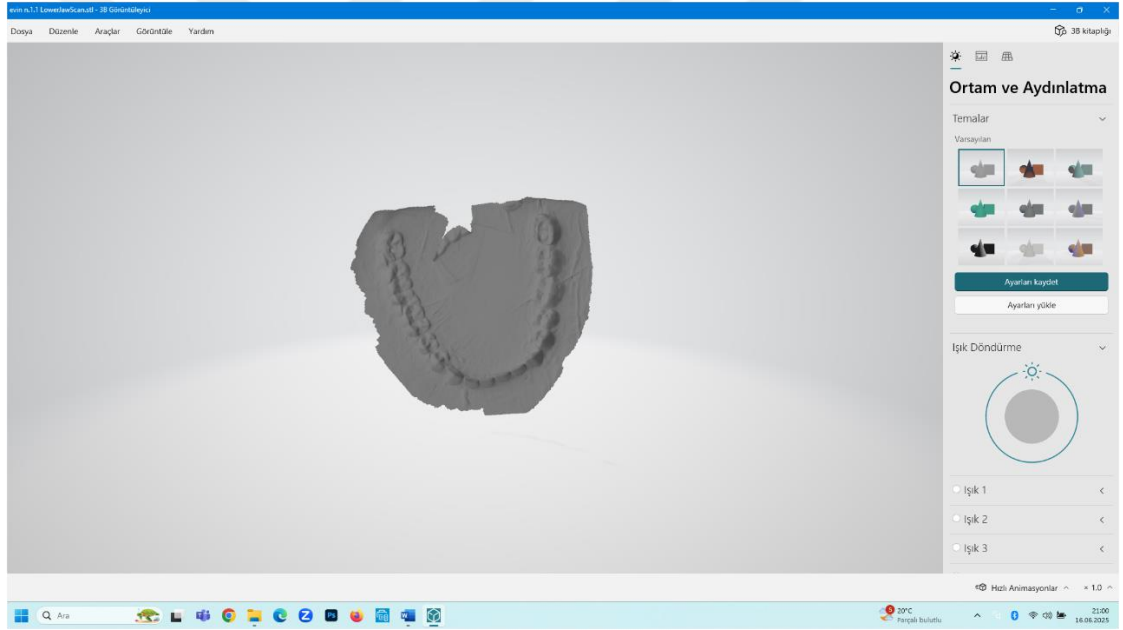
Çalışmanın karşılaştırmalı analiz bölümünde, dijital modeller üzerinde çakıştırma (superimposition) işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için, raster tabanlı görüntü düzenleme programı olan Adobe Photoshop CC (Adobe Inc., ABD) kullanılmış; her bir iz, ait olduğu dental model ile birebir hizalanacak şekilde, şeffaflık ve katmanlama teknikleriyle üst üste bindirilmiştir. Overlay işlemleri sırasında, izlerin dış kontur çizgileri, dış izlerinin kenar detayları, ark formu ve oklüzal hizalanma noktaları referans alınarak karşılaştırma yapılmıştır (Franco vd., 2020).

Ayrıca, izler birbirleriyle çapraz karşılaştırmaya tabi tutulmuş ve bu süreçte manüel hizalama ile birlikte yarı otomatik görsel eşleştirme teknikleri kullanılmıştır. Bütün bu analiz süreci boyunca, gözlemci öznelliğini en aza indirmek ve tekrarlanabilirliği sağlamak amacıyla Adobe Photoshop CC (Adobe Inc., ABD) programındaki referans çizgileri ve hizalama protokolleri kullanılmıştır (Bush vd., 2009).

Uygulanan bu dijital yöntemler, geleneksel 2D analizlere kıyasla daha yüksek doğruluk ve tekrarlanabilirlik sunmakta olup, adli diş hekimliği alanında ısıruk izi analizlerinin daha güvenilir ve bilimsel temellere dayalı biçimde yürütülmesine olanak tanımaktadır (Sweet ve Pretty, 2001; ABFO, 2017).



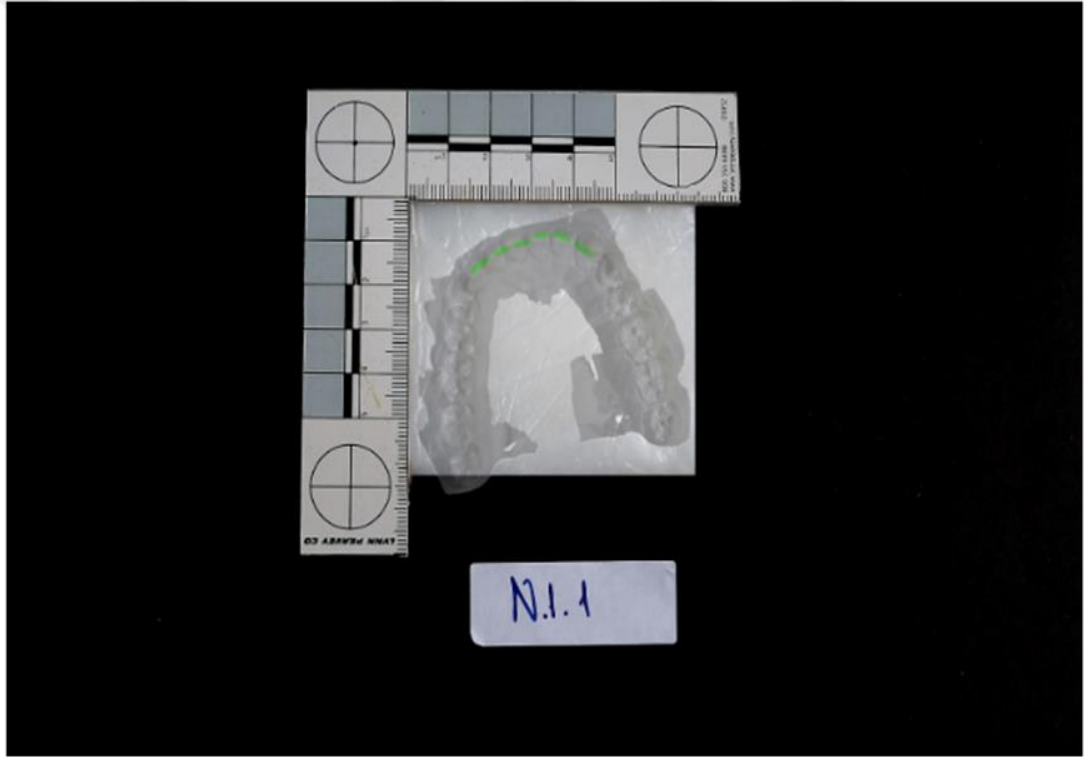
Şekil 2.1. Ana modele ait 3D tarama verisine ait ekran görüntüsü (N Alt çene)



Şekil 2.2. Işıklı izine ait 3D tarama verisine ait ekran görüntüsü (N. 1.1. Alt çene)

Dijital çakıştırma analiz sürecinde, Adobe Photoshop CC (Adobe Inc., ABD) yazılımı içerisinde iz görselleştirme işlemi sistematik bir protokole uygun olarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, ısıklı izi fotoğrafları programa aktarılmış ve bu görüntülerin üzerine, aynı vakaya ait dental ana modelin ağız içi tarayıcıdan elde edilen üç boyutlu tarama verisi (STL formatında), dikey ve yatay ölçekte anatomik referans noktalar baz alınarak hizalanmıştır (Bush vd., 2009)

Morfo-fonksiyonel detayların daha net incelenebilmesi amacıyla diastema bölgeleri, insizal kenarlar ve kanin kasp tepeleri neon renkli işaretleyicilerle vurgulanmıştır. Bu uygulama, morfometrik olarak boşluk, kontur, temas noktası ve hizalanma gibi kritik parametrelerin görsel olarak belirlenmesine olanak tanımıştır (Fournier vd., 2020). Alt modeli maskeleyerek iz üzerinde kalan detayların görünürliğini korumak adına, dental modelin arka planı saydamlaştırılmış ve opaklık değeri %59'a düşürülmüştür. Bulut tabanlı karşılaştırma yöntemlerinin (overlay techniques) tekrarlanabilirlik ve ayrıntı analizindeki üstünlüğü pek çok çalışmada doğrulanmıştır (Fournier vd., 2020; Bush vd., 2009). Program, çakışma (overlap) bölgelerini dijital işaretleyici vasıtasıyla otomatik olarak göstermiştir. Sonrasında elde edilen çakışma görseli, yüksek çözünürlükte dışa aktarılmış ve adli analiz ve raporlama süreçlerine uygun şekilde arşivlenmiştir (Bush vd., 2009).



Şekil 2.3. N.1.1. Çakışma verileri

3. BULGULAR

3.1. İnsan Isırık İzi Simülatörü

Çalışmanın temel amacı farklı insan ısırık izlerini laboratuvar ortamında düşük maliyetle yeniden oluşturarak geçmişte yaşanan bir olayı günümüzde canlandırmayı yani mevcut olaya ilişkin bulguların delil haline gelmesini sağlayacak bir cihaz tasarımı yapmaktır. Geline nokta, tarafımızca bu cihaz tasarlanmış, geliştirilmiş ve prototip üretimi sağlanmıştır. Tasarlanan insan ısırık izi simülatörü T.C. Ankara Üniversitesi Rektörlüğü tarafından buluş olarak kabul edilmiş ve Türk Patent Enstitüsüne başvuruda bulunulmuştur. Türk Patent Enstitüsü de 23.12.2024 tarih ve 425 sayılı bülteninde 22.12.2024 tarihinde tasarım ve prototip üretimini yapmış olduğumuz insan ısırık izi simülatörüne patent belgesi verilmesini uygun görmüştür. Çalışmanın başlangıç aşamasında planlanan cihaz, başarıyla tasarlanmış ve üretimi sağlanmıştır. Dolayısıyla çalışmanın en önemli bulgusu insan ısırık izi simülatörü olmuş ve hatta bu bulgu buluş statüsü kazanmıştır. Şekil 3.1.'de patent belgesi görülmektedir.

2024/12 Resmi Patent Bülteni	Türk Patent ve Marka Kurumu	Yayın Tarihi : 23.12.2024 425
------------------------------	-----------------------------	-------------------------------

**TURK
[PATENT]**
TÜRK PATENT VE MARKA KURUMU

(11) TR 2023 011301 B

(12) Patent Belgesi

(51) Buluşun tasnif sınıfları
A61C 11/02
G09B 23/28

(43) Başvuru Yayın Tarihi
2023/10/22, 2023/10 Nolu Bülten
(10) Başvuru Yayın No
TR 2023 011301 A2
(21) Başvuru Numarası
2023/011301
(22) Başvuru Tarihi
2023/09/12
(45) Patent Belgesinin Veriliş Tarihi
2024/12/22
(30) Rüçhan Bilgileri (32) (33) (31)
(73) Patent Sahibi
T.C. ANKARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ.
EMNİYET, DÖĞOL CAD. Yenimahalle 06100 Ankara
TÜRKİYE
(72) Buluşu Yapanlar
EVİN TOKER
(54) Buluş Başlığı
BİR İNSAN İÇİN ISIRIK İZİ SİMÜLATÖR CİHAZI VE ÇALIŞMA METODU
(57) Özet
Bireysel bir veya daha fazla çene modelinin (20) monte edildiği bir bağlama standını (14) içeren; ısırık basısı alınacak insanın çene hareketlerini bireyselleştirecek şekilde kişisel ayarlamaların yapılabilmesini sağlayan ve çene hareketlerini bir modele (20) yansıtan, bahsedilen bağlama standına (14) komşu olacak şekilde mahfaza üzerinde monte edilen, bir elektronik birimdeki (24) bir eklem artikülasyonunu (26); eklem artikülasyon (26) kısmını kontrol edecek şekilde hareketleri sağlayan, mekanik birimdeki (12) bahsedilen çene modellerinden (20) sağlanacak ısırık basılarına uygun olacak şekilde basınç iletimi yapan ve mekanik birime (12) komşu olan, mekanik birimin (12) hareketini sağlayacak şekilde en az bir pistonun (38) bulunduğu bir pnömatrik birimdeki (32) pnömatrik parçayı (34); bahsedilen mahfazanın (18) yanıl duvarından montajlı olan, basınç ayar mekanizması ile manometrenin bulunduğu, hava basıncı iletimi ve boşaltılmasını sağlayan çoklu sayıda tahliye borusuna (44) mekaniksel bağlantılı olan bir basınç kontrol parçasını (36) içeren bir insan için ısırık izi simülatör cihazı ve çalışma metodu ile ilgilidir.

(74) Vekil
AYFER BERKKAM (ÇANKAYA PATENT MARKA
VE DANIŞMANLIK LTD. ŞTİ.)

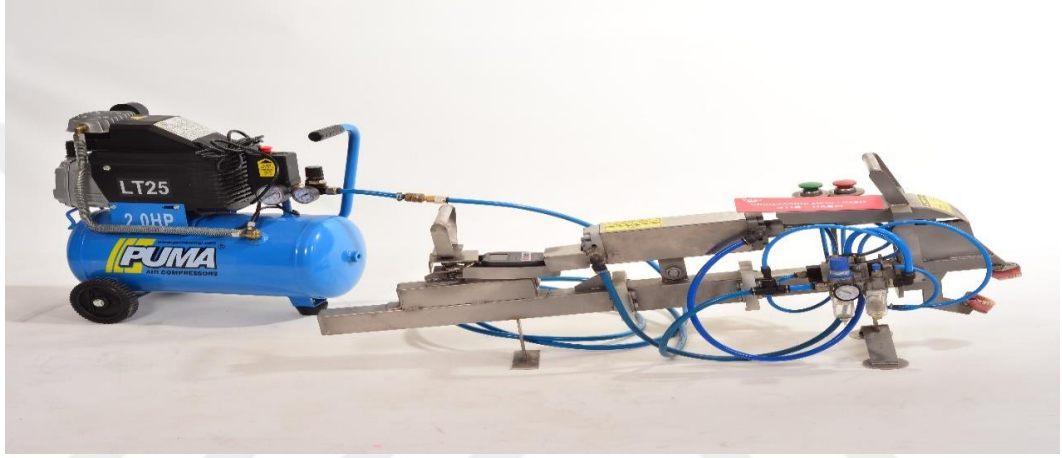
MEHMET ALİ KILIÇARSLAN

Şekil 3.1. Patent belgesi

53

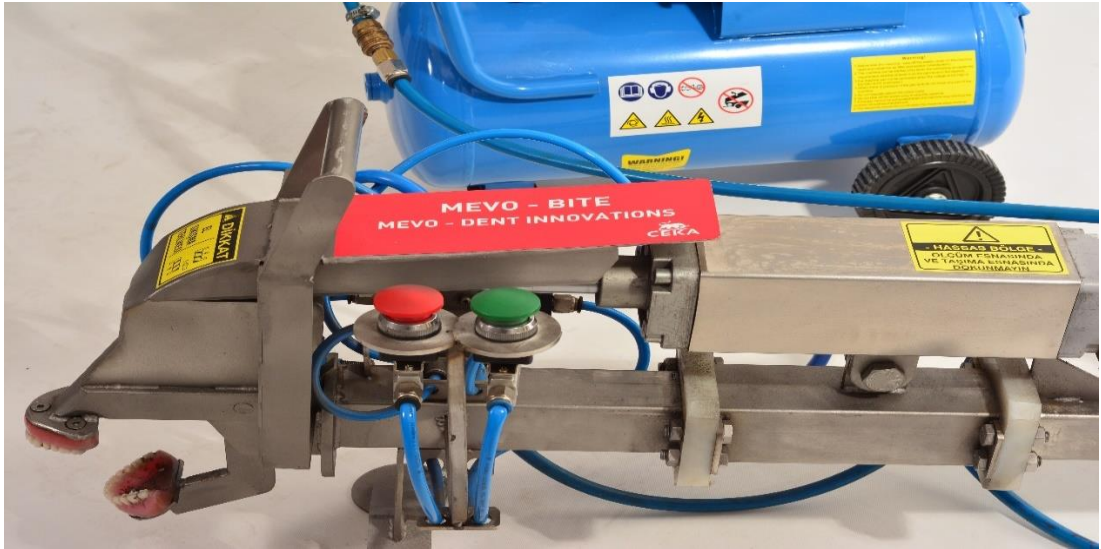
İnsan ısırık izi simülatörünün üretimi yapılan prototipine ait fotoğraflar şekil 3.2., şekil 3.3. ve şekil 3.4. ve şekil 3.5.'te görülmektedir.

Şekil 3.2.'de ısırık izi simülatörünün ve bağlı olduğu kompresörün yandan görüntüsü yer almaktadır. Ön ve arkada ağırlık merkezini dengeleyen iki taşıyıcı ayak üzerine yerleşen gövde ve gövde içindeki pnömotik aksamı besleyen kompresöre bağlı çalışan ve uygulanan ısırma kuvvetinin kaç bar basınçla yapıldığını gösteren manometre ve ayarlanabilen çene açısı ile monte edilmiş deney modelleri görülmektedir.



Şekil 3.2. İnsan ısırık izi simülatörü

Şekil 3.3.'te cihazın açma kapama düğmeleri ve diğer yandan görüntüsü görülmektedir.



Şekil 3.3. Açma kapama butonları

Şekil 3.4.'te ise cihazın taşıyıcı kolu ve çenedeki ısırma kuvvetini ölçen hassas elektronik terazi görülmektedir.



Şekil 3.4. Terazi

Şekil 3.5.'te kompresör ve simülatör ön cepheden görünmektedir.



Şekil 3.5. Ön cepheden görüntü

3.2. ısıruk İzi Deneyleri

Çalışmanın ikinci aşamasında, insan ısıruk izi simülatörünün etkinliğinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, insan ısıruk izi simülatörü ile Tablo 3.1.'de gösterilen formlarda, toplam 72 adet deneysel ısıruk izi oluşturulması planlanmıştır.

Çizelge 3.1. ısıruk izlerinin teknik açıklaması

ÇENE İLİŞKİSİ		ANTERİÖR DİŞ DİZİLİMİ	KEMİK			BLOK		
			H	O	Y	H	O	Y
N1	Normal (Sınıf 1)	Normal	X N.H. (ÜST-ALT)	X N.O. (ÜST-ALT)	X N.Y. (ÜST-ALT)	X N.1.1. (ÜST-ALT)	X N.1.2. (ÜST-ALT)	X N.1.3. (ÜST-ALT).
N2	Normal (Sınıf 1)	Üst iki santral kesici diş arasında (orta hatta tek) 1 mm diastema				X N.2.1. (ÜST-ALT)	X N.2.2. (ÜST-ALT)	X N.2.3. (ÜST-ALT)
N3	Normal (Sınıf 1)	Alt ve üst santral kesici dişler ile lateral kesici dişlerin mesialinde olmak üzere (çene başına 3 adet) 1 mm diastema				X N.3.1. (ÜST-ALT)	X N.3.2. (ÜST-ALT)	X N.3.3. (ÜST-ALT)
R1	Retrognati (Sınıf 2)	Normal	X R.H. (ÜST-ALT)	X R.O. (ÜST-ALT)	X R.Y. (ÜST-ALT)	X R.1.1. (ÜST-ALT)	X R.1.2. (ÜST-ALT)	X R.1.3. (ÜST-ALT).
R2	Retrognati (Sınıf 2)	Üst iki santral kesici diş arasında (orta hatta tek) 1 mm diastema				X R.2.1. (ÜST-ALT)	X R.2.2. (ÜST-ALT)	X R.2.3. (ÜST-ALT)
R3	Retrognati (Sınıf 2)	Alt ve üst santral kesici dişler ile lateral kesici dişlerin mesialinde olmak üzere (çene başına 3 adet) 1 mm diastema				X R.3.1. (ÜST-ALT)	X R.3.2. (ÜST-ALT)	X R.3.3. (ÜST-ALT)
P1	Prognati (Sınıf 3)	Normal	X P.H. (ÜST-ALT)	X P.O. (ÜST-ALT)	X P.Y. (ÜST-ALT)	X P.1.1. (ÜST-ALT)	X P.1.2. (ÜST-ALT)	X P.1.3. (ÜST-ALT).
P2	Prognati (Sınıf 3)	Üst iki santral kesici diş arasında (orta hatta tek) 1 mm diastema				X P.2.1. (ÜST-ALT)	X P.2.2. (ÜST-ALT)	X P.2.3. (ÜST-ALT)
P3	Prognati (Sınıf 3)	Alt ve üst santral kesici dişler ile lateral kesici dişlerin mesialinde olmak üzere (çene başına 3 adet) 1 mm diastema				X P.3.1. (ÜST-ALT)	X P.3.2. (ÜST-ALT)	X P.3.3. (ÜST-ALT)

İnsan ısıruk izi simülatörüyle 10 cm² 'lik silikon bloklarda ve silikon materyalle sarılmış düzensiz kemik yüzeylerde hafif orta ve yüksek basınçlarla oluşturulan ısıruk izlerinin 90 °'lik perpendiküler açıyla, ölçekli fotoğrafları çekilmiştir. Tablo 3.1.'de belirtilen sıralamayla her

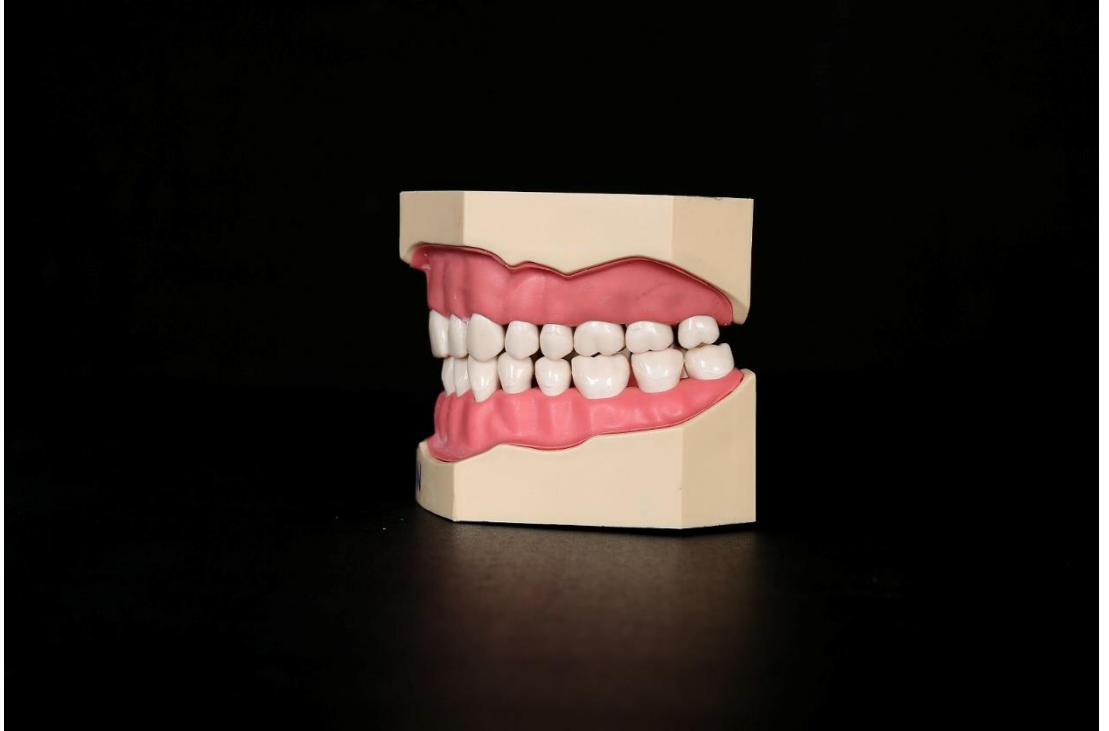
çene ilişkisi için önce bloklarda oluşturulan ısırık izlerinin ve sonrasında da kemik içeren modeller üzerinde oluşturulan ısırık izlerinin fotoğraflarına ilişkin bulgular aşağıda sunulmuştur.



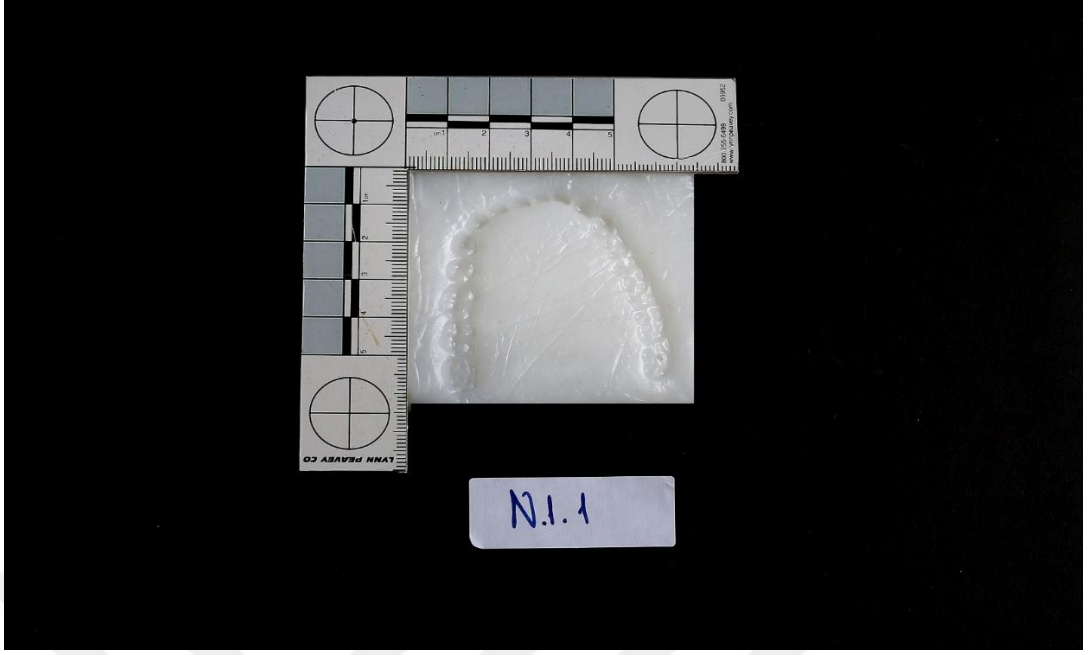
Şekil 3.6. Sınıf 1 ana model önden görünüşü



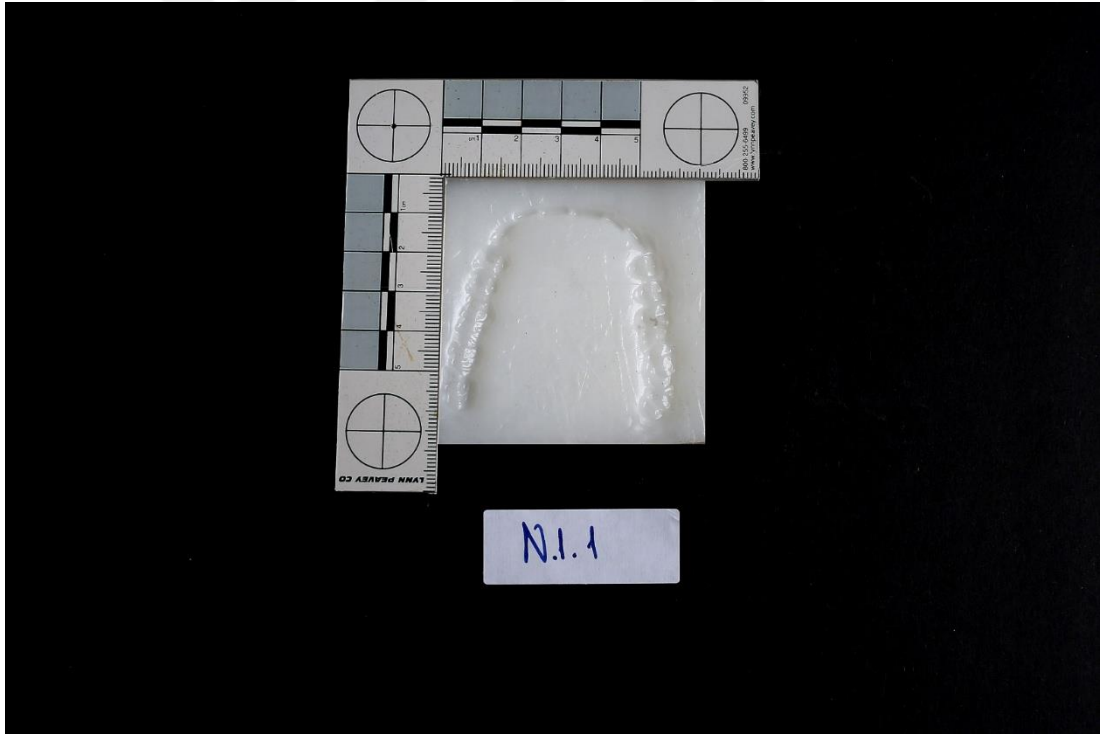
Şekil 3.7. Sınıf 1 ana model yandan görünüşü



Şekil 3.8. Sınıf 1 ana model yandan görünüşü



Şekil 3.9. N. 1.1 alt çene



Şekil 3.10. N. 1.1 Üst çene



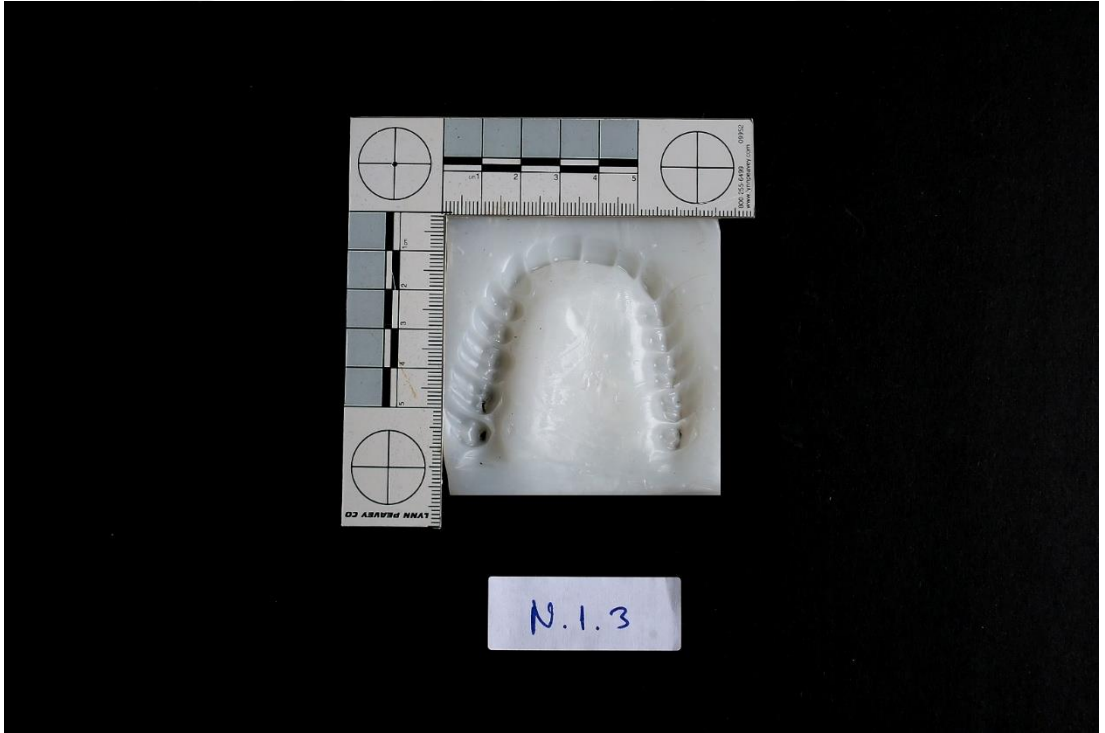
Şekil 3.11. N.1.2. Alt çene



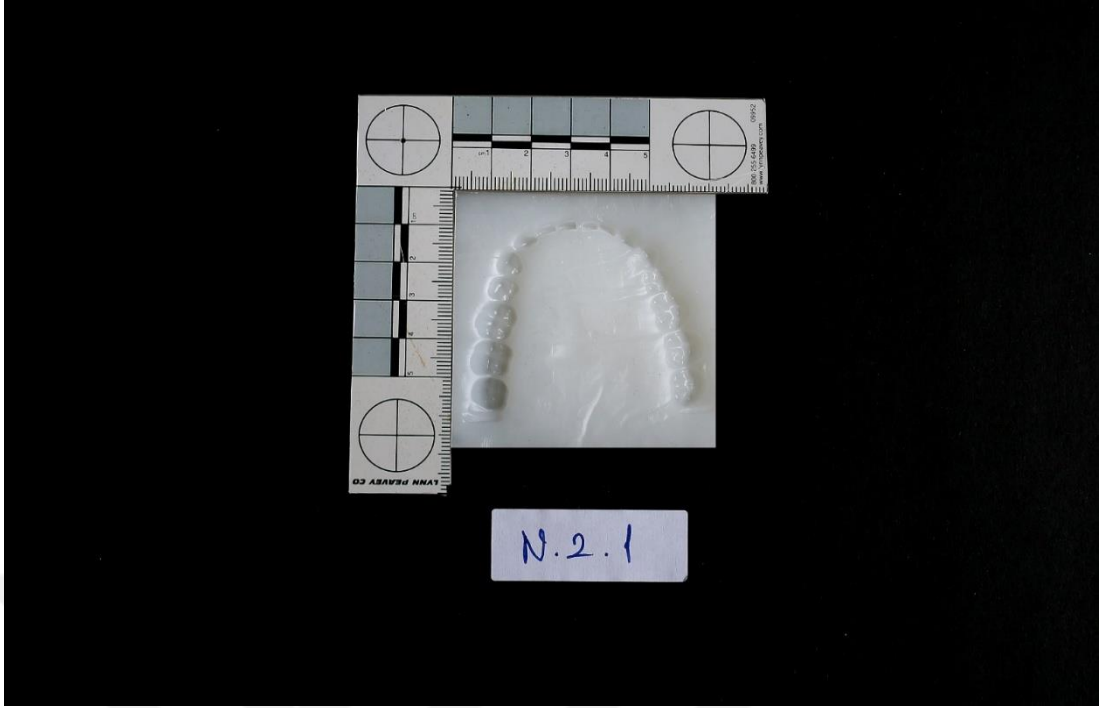
Şekil 3.12. N.1.2. Üst çene



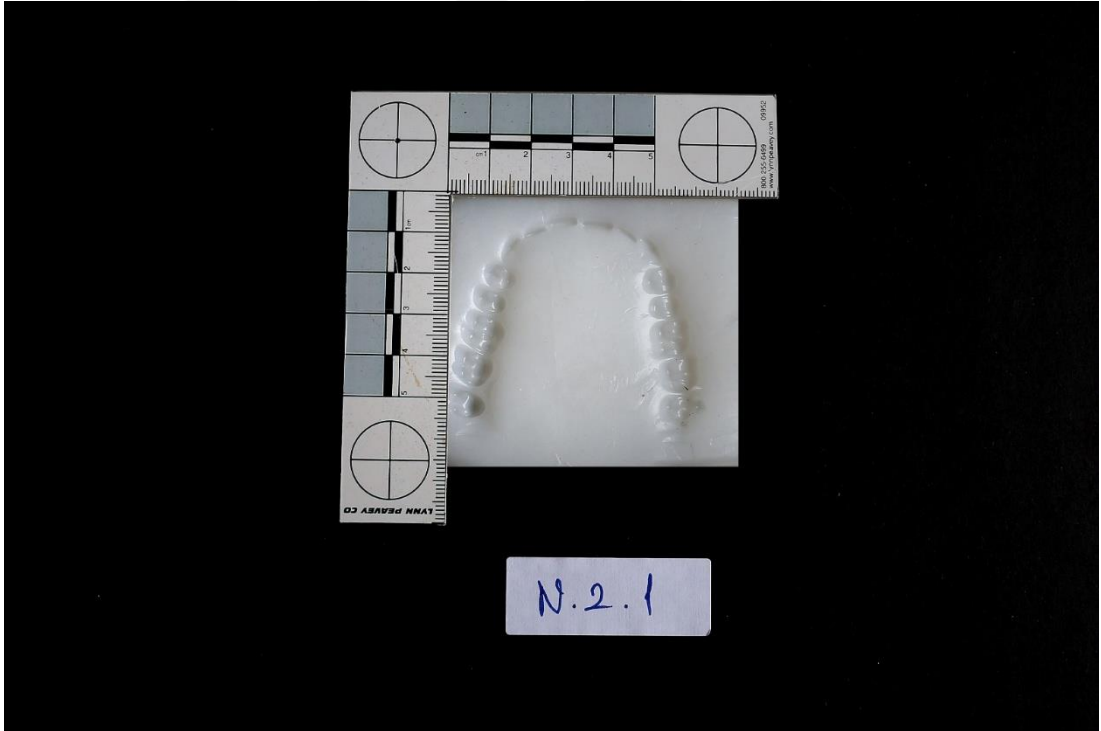
Şekil 3.13. N.1.3. Alt çene



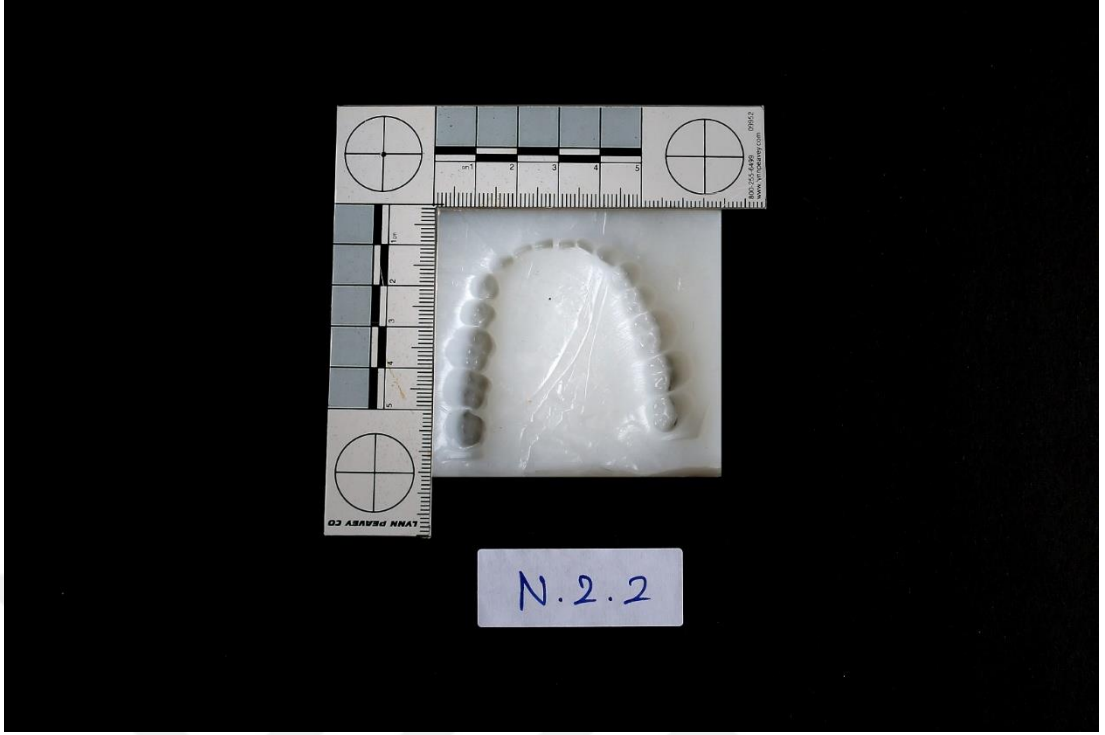
Şekil 3.14. N.1.3. Üst çene



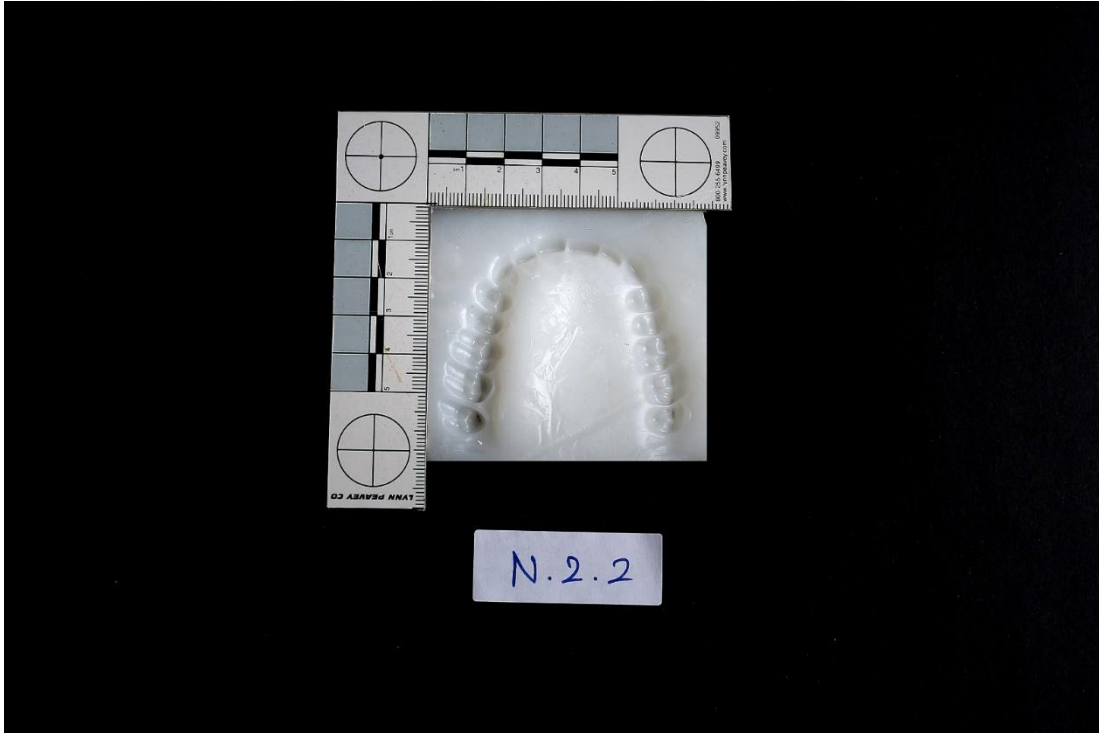
Şekil 3. 15. N.2.1. Alt çene



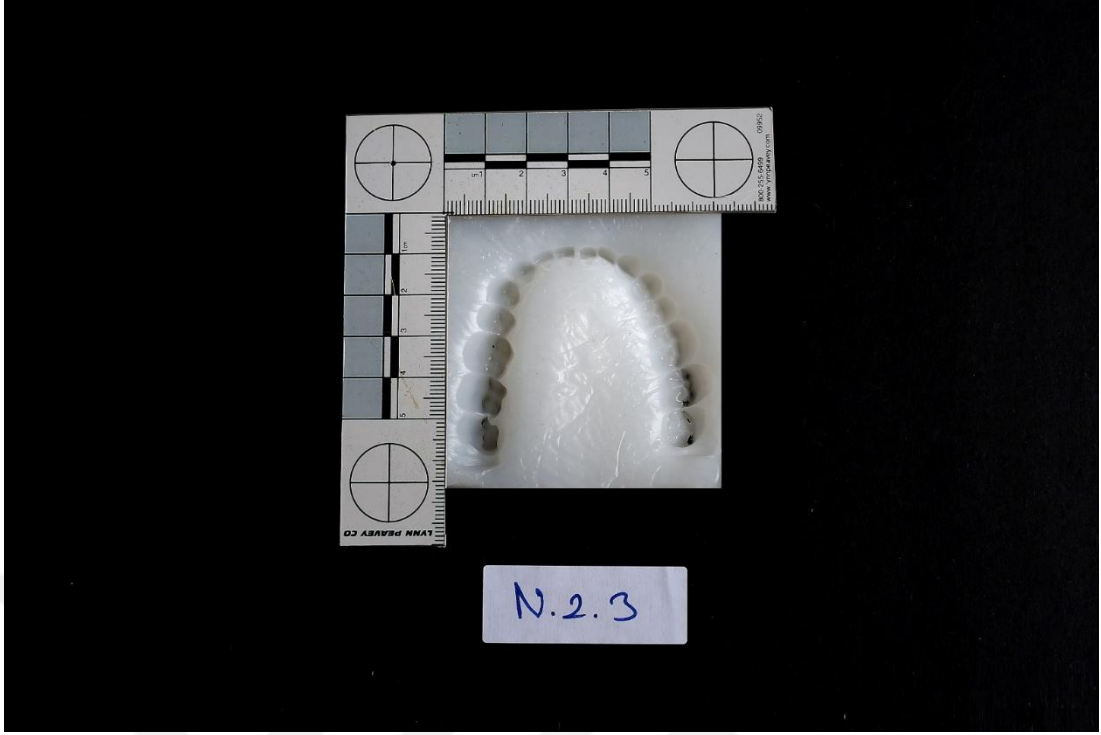
Şekil 3.16. N.2.1. Üst çene



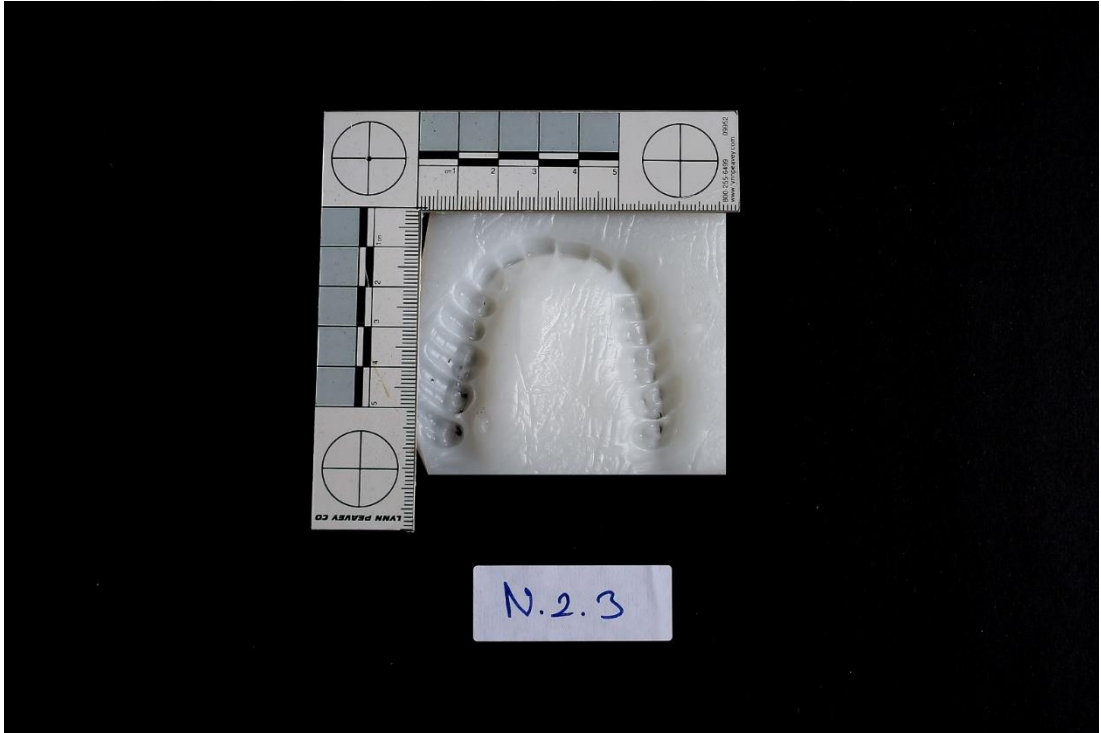
Şekil 3.17. N.2.2. Alt çene



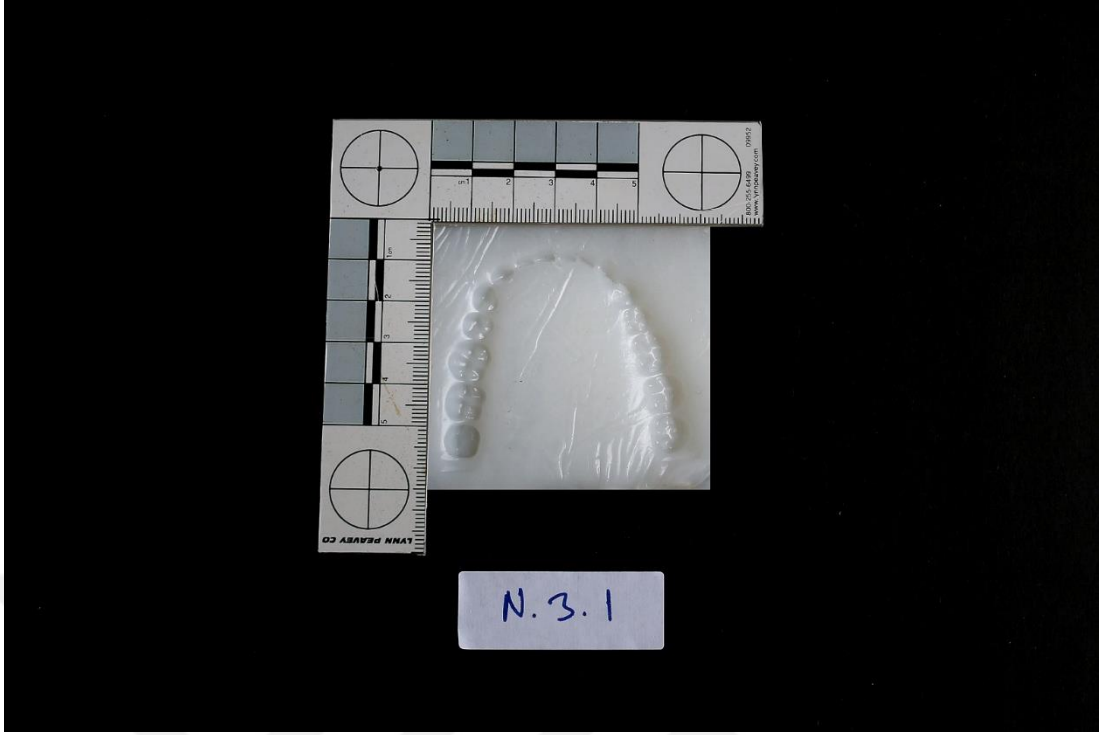
Şekil 3.18. N.2.2. Üst çene



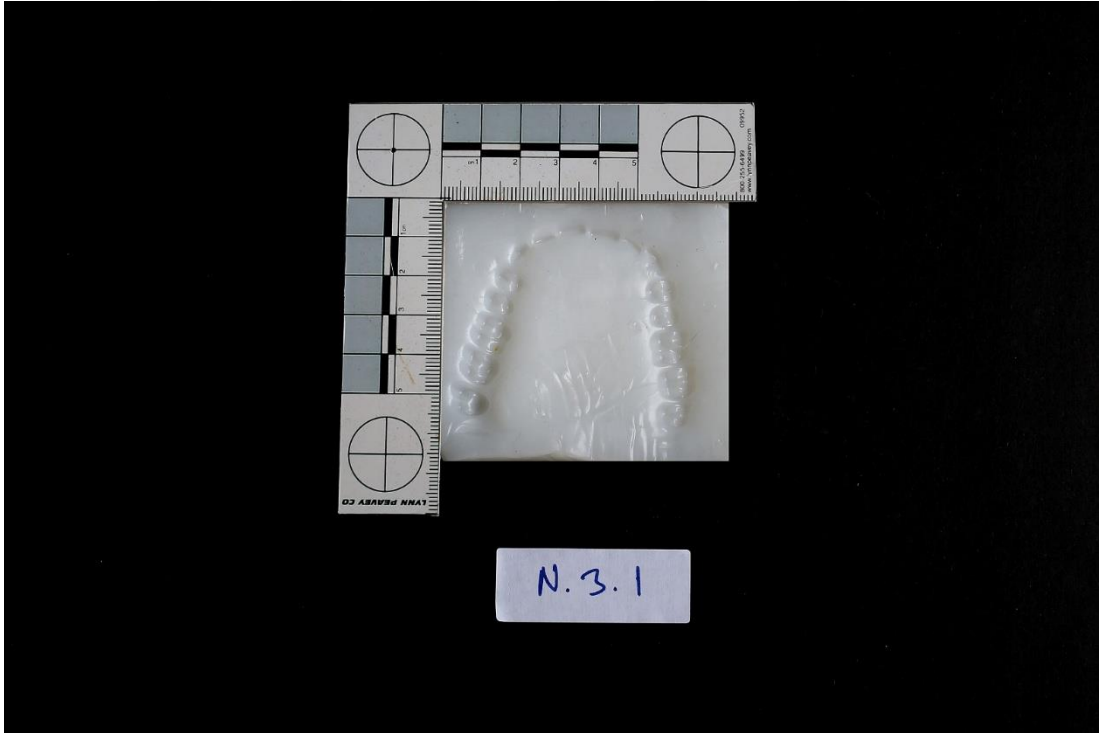
Şekil 3.19. N.2.3. Alt çene



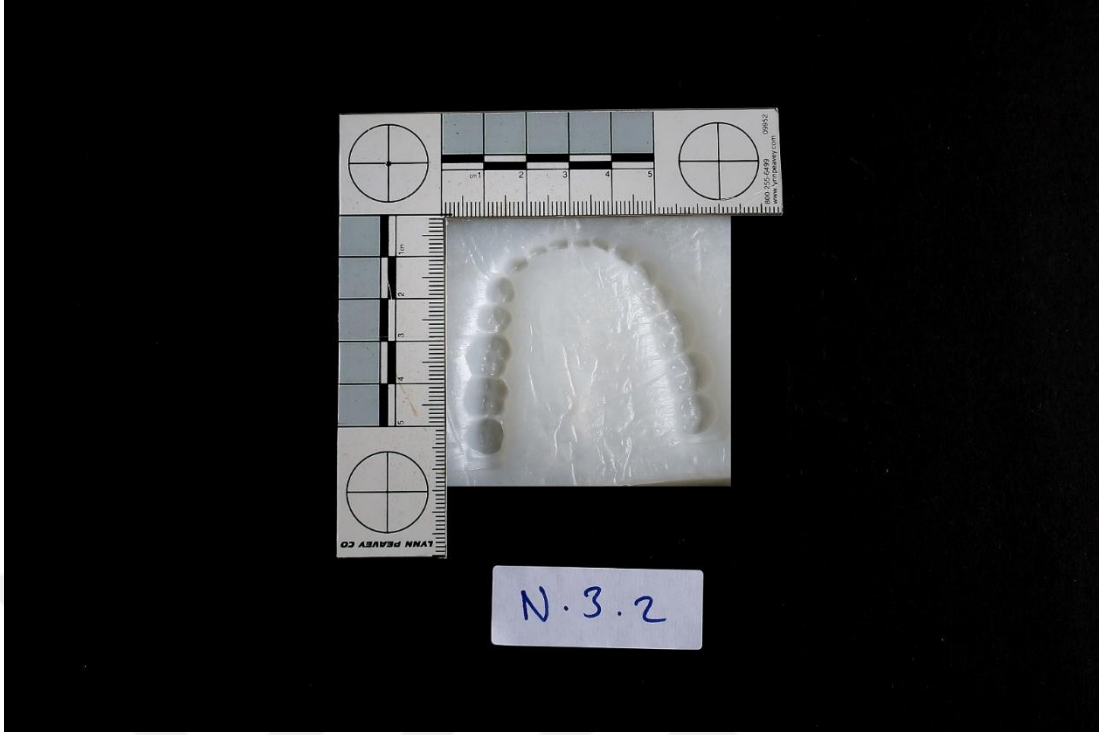
Şekil 3.20. N.2.3. Üst çene



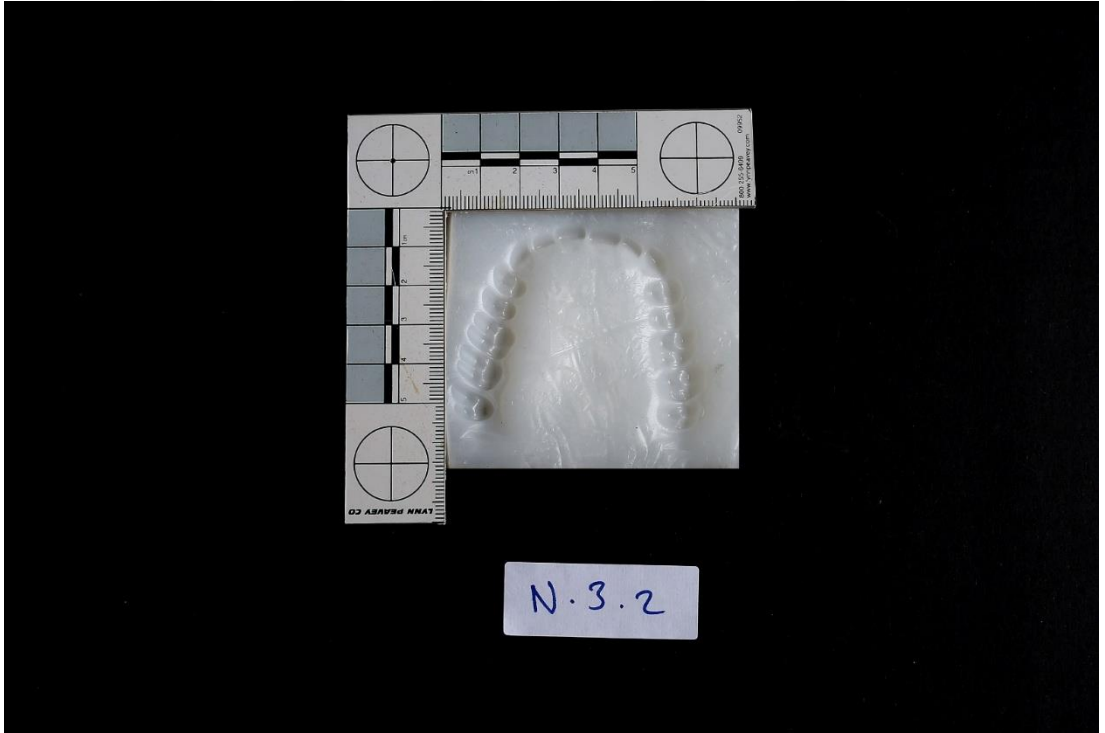
Şekil 3.21. N.3.1. Alt çene



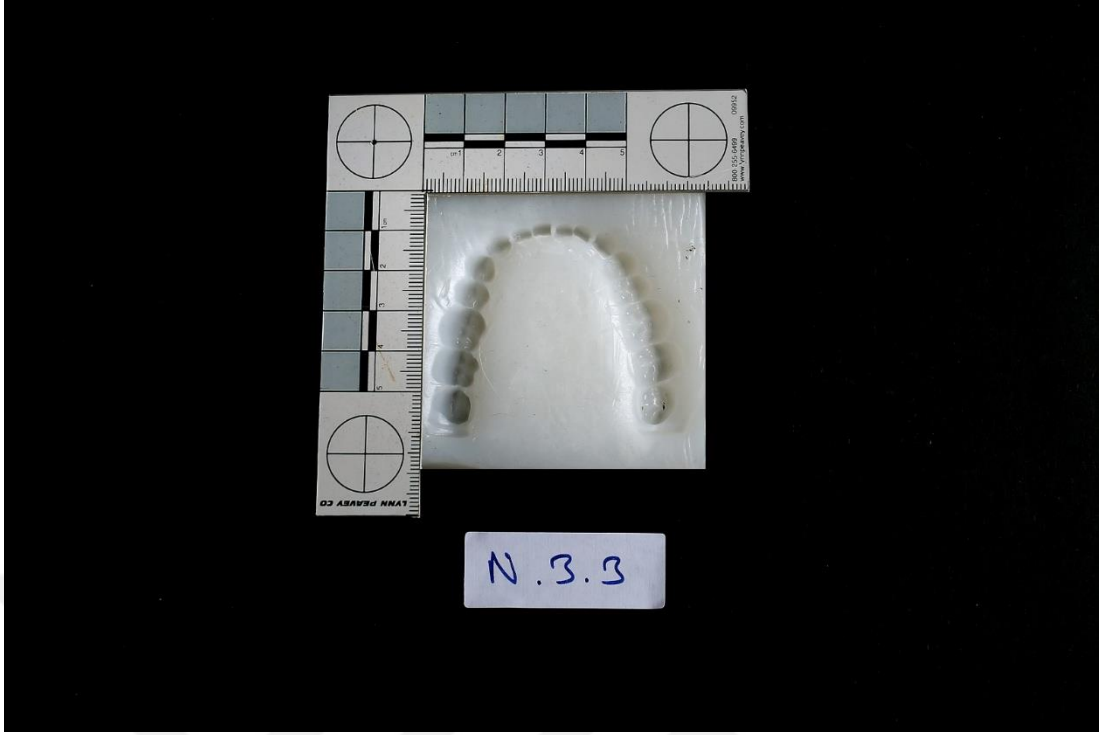
Şekil 3.22. N.3.1. Üst çene



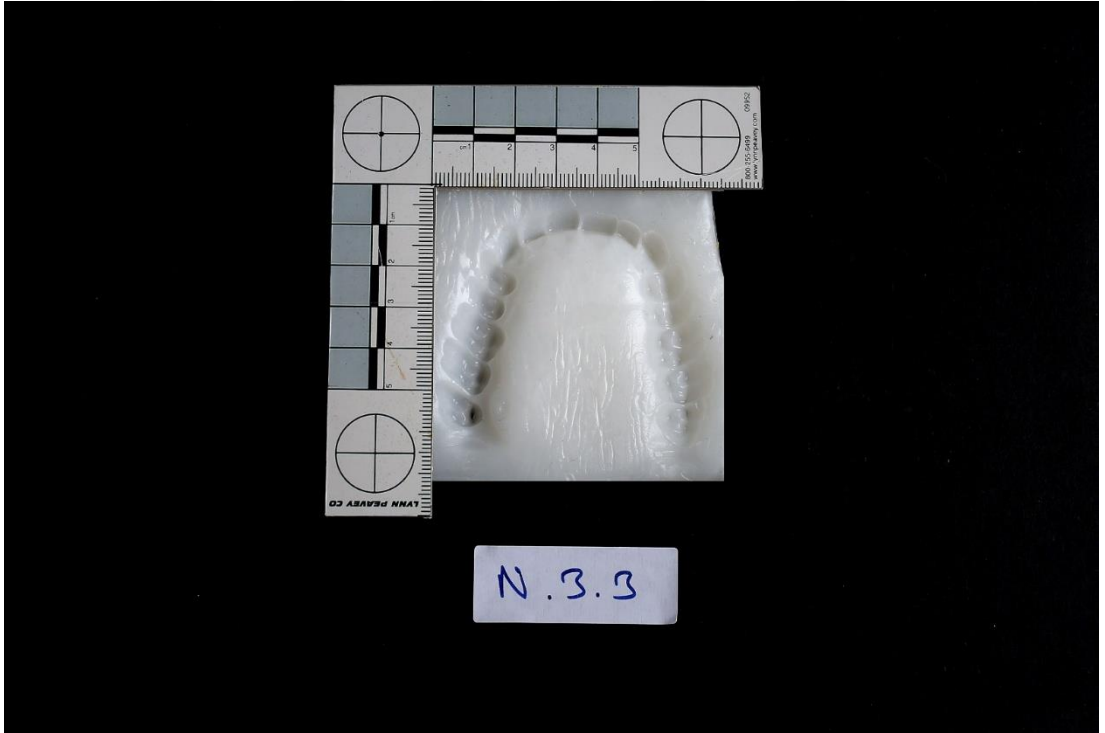
Şekil 3.23. N.3.2. Alt çene



Şekil 3.24. N.3.2. Üst çene



Şekil 3.25. N.3.3. Alt çene



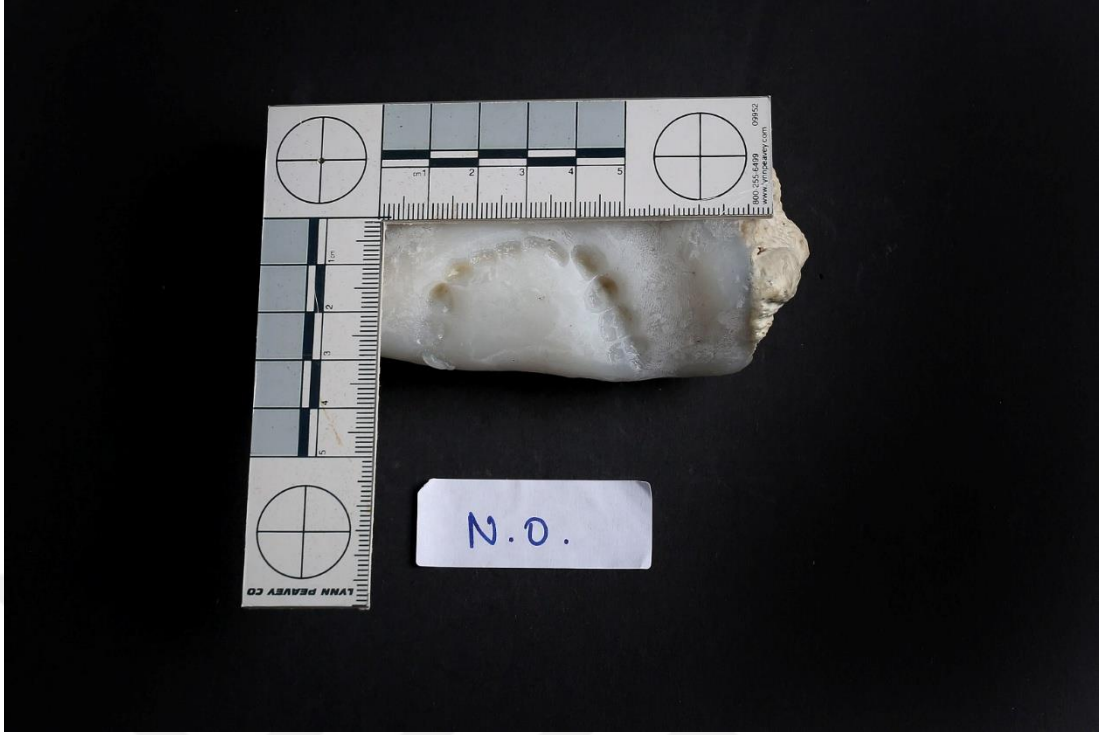
Şekil 3.26. N.3.3. Üst çene



Şekil 3.27. N.H. Alt çene



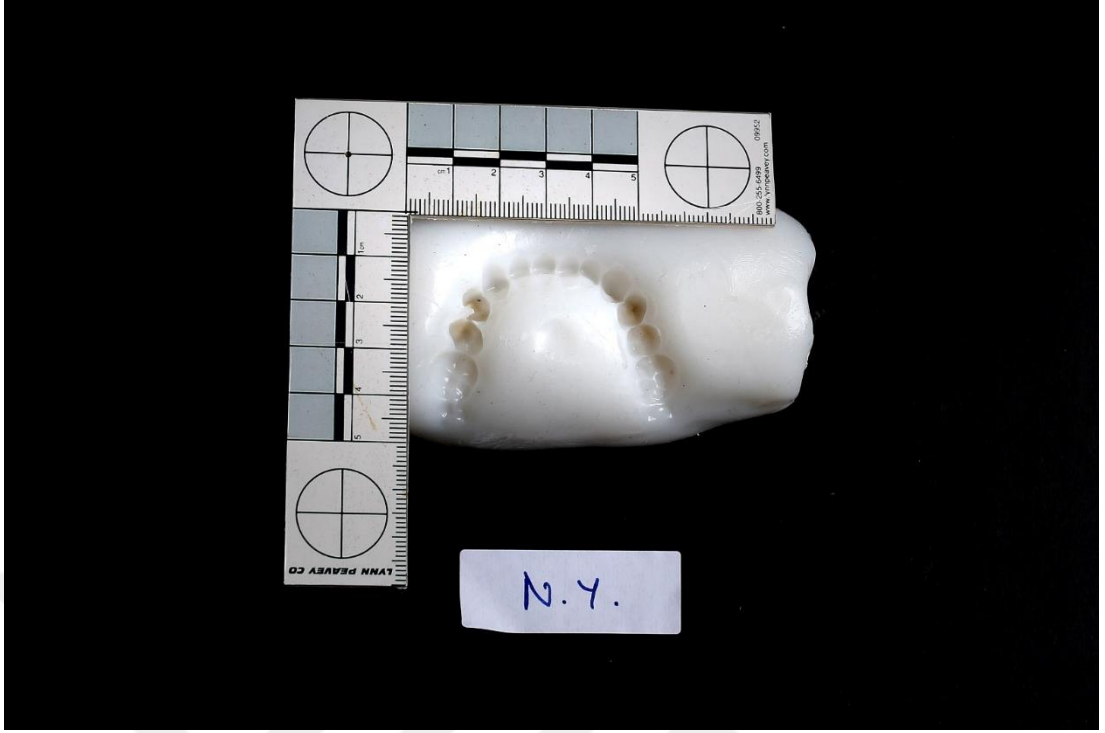
Şekil 3.28. N.H. Üst çene



Şekil 3.29. N.O. Alt çene



Şekil 3.30. N.O. Üst çene



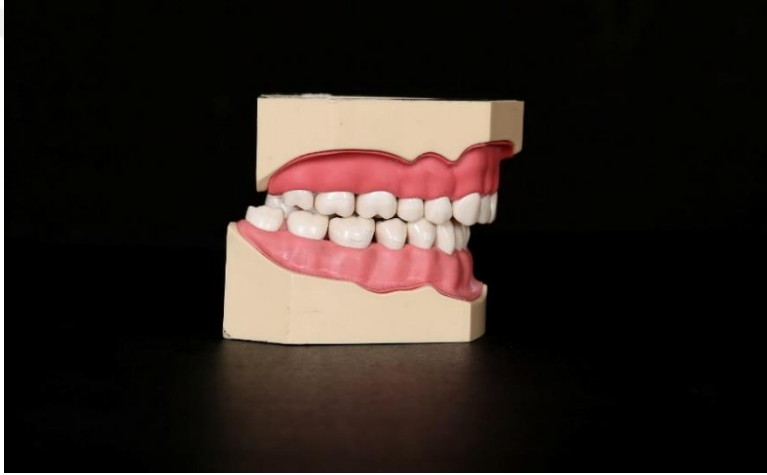
Şekil 3.31. N.Y. Alt çene



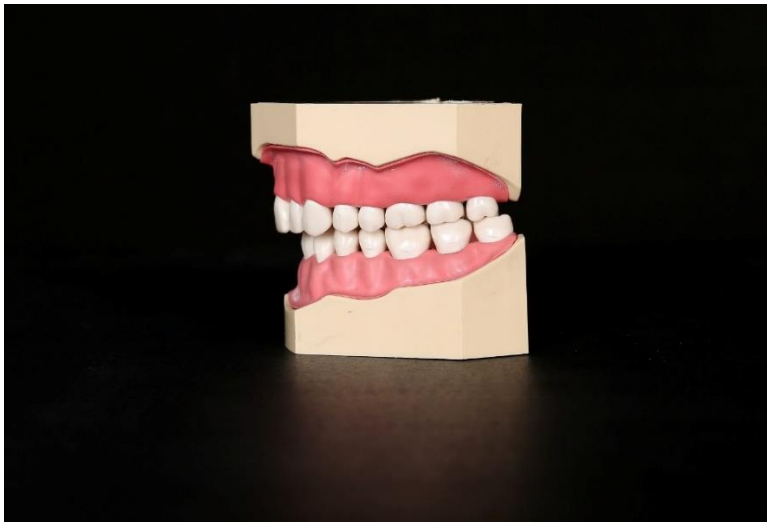
Şekil 3.32. N.Y. Üst çene



Şekil 3.33. Sınıf 2 ana model önden görünüşü



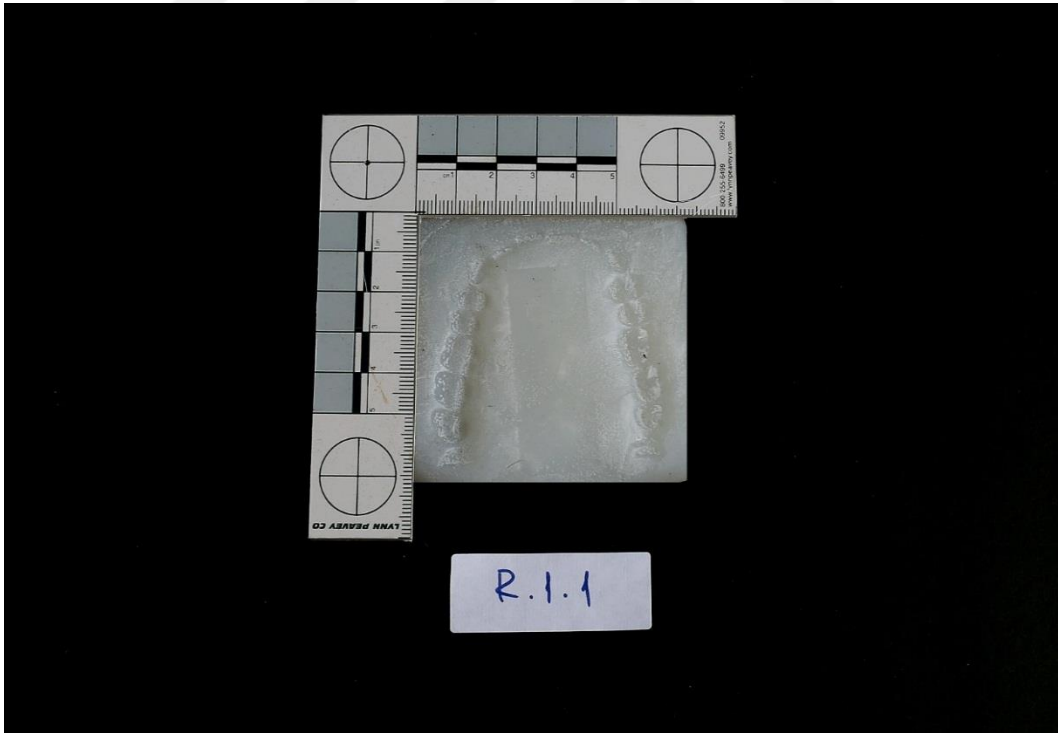
Şekil 3.34. Sınıf 2 ana model yandan görünüşü



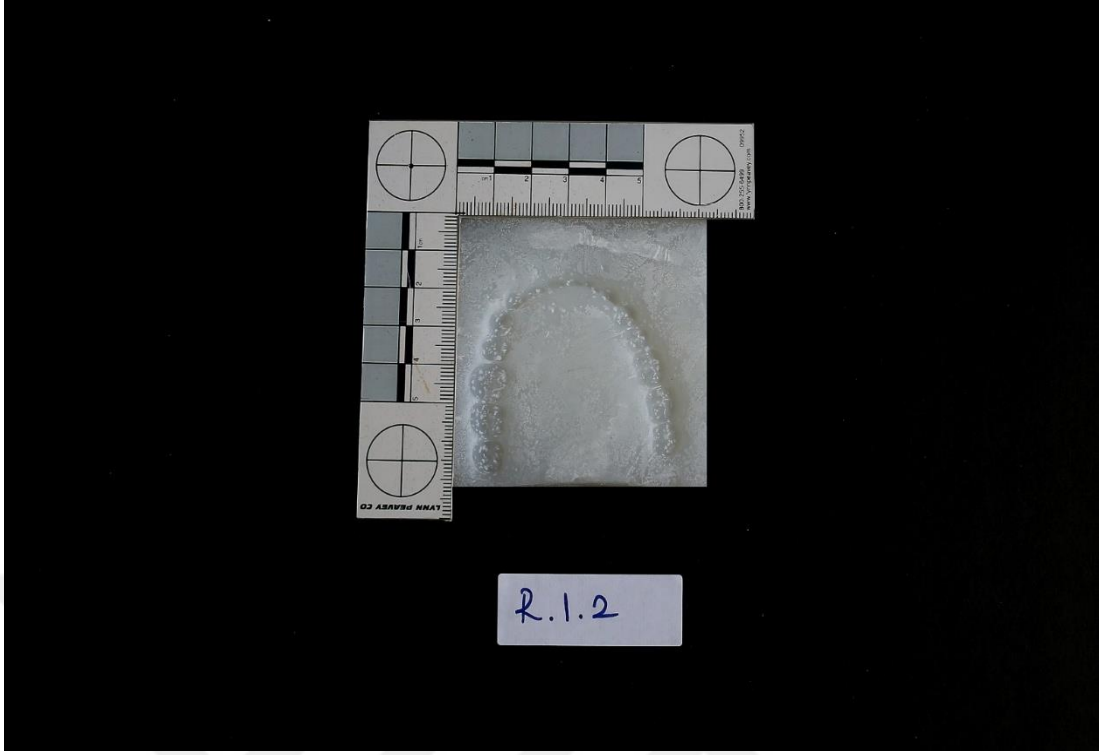
Şekil 3.35. Sınıf 2 ana model yandan görünüşü



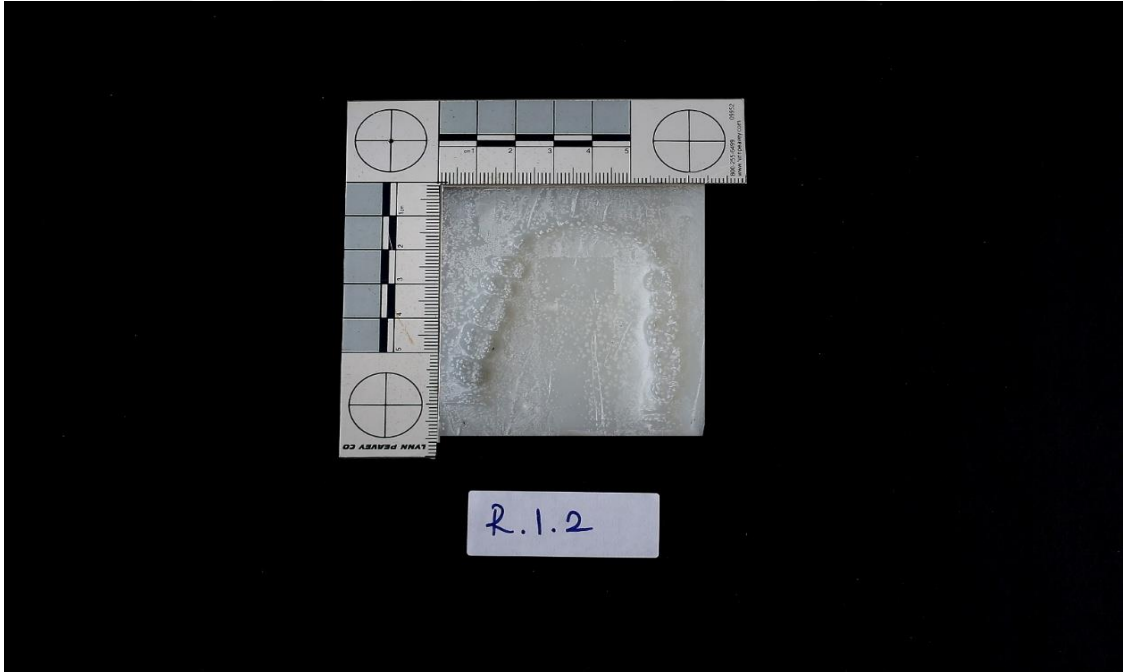
Şekil 3.36. R1.1. Alt çene



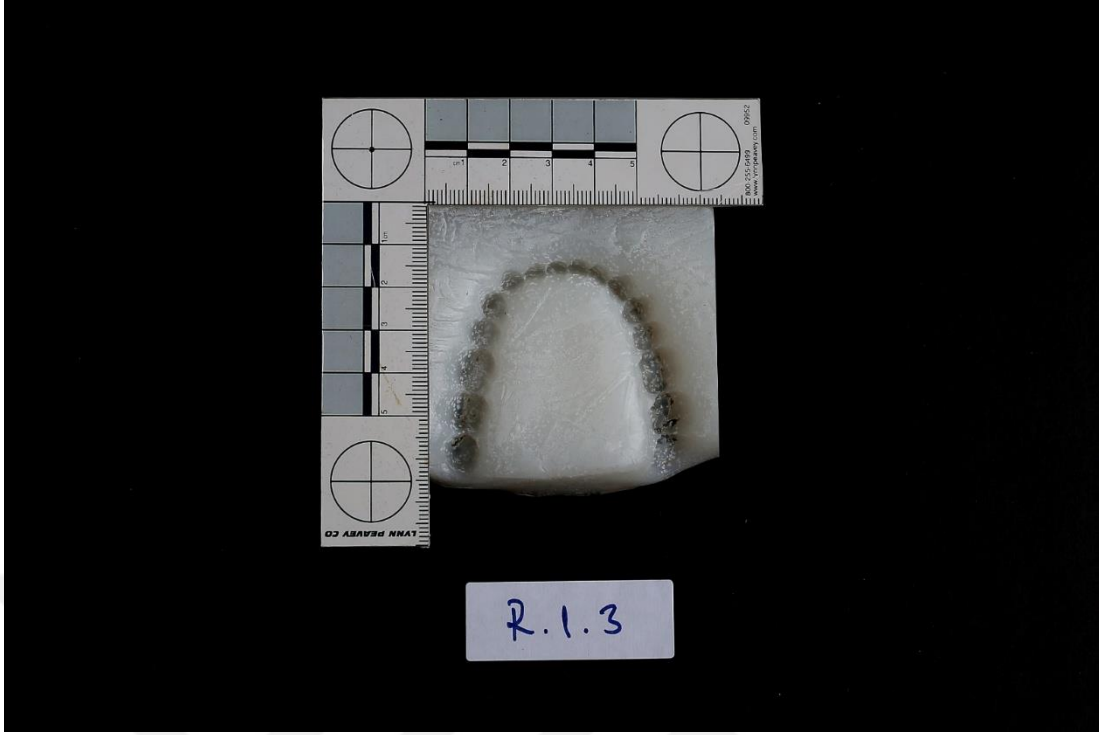
Şekil 3.37. R1.1. Üst çene



Şekil 3.38. R.1.2. Alt çene



Şekil 3.39. R.1.2. Üst çene



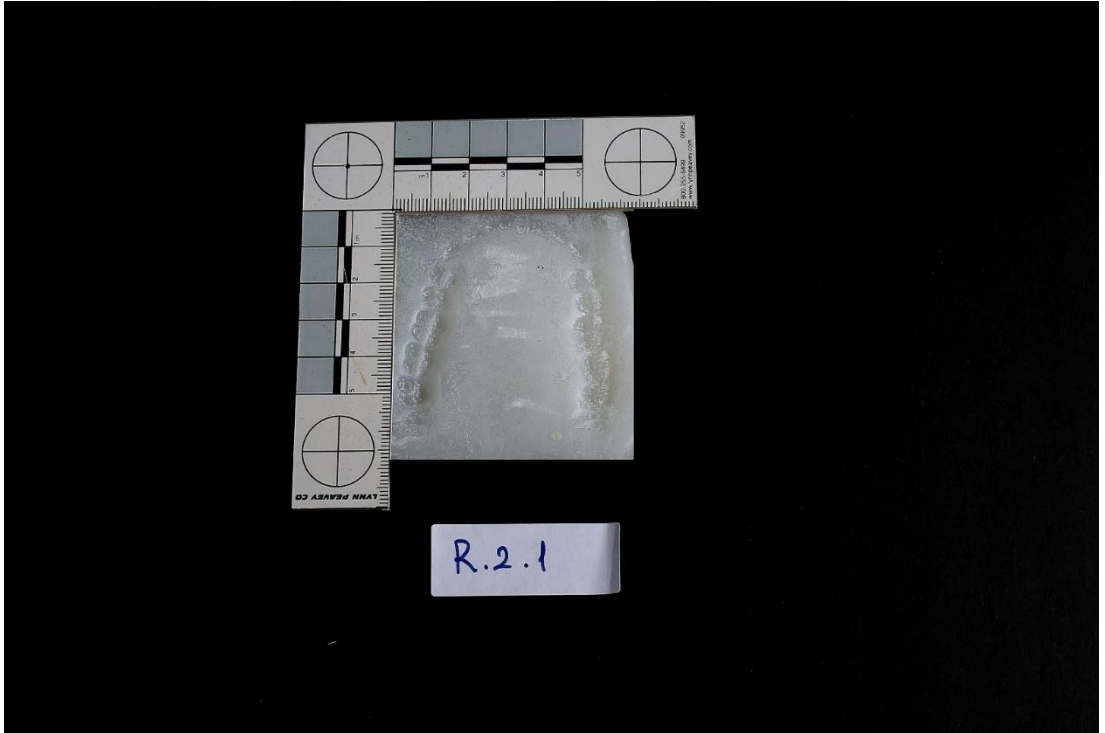
Şekil 3.40. R.1.3. Alt çene



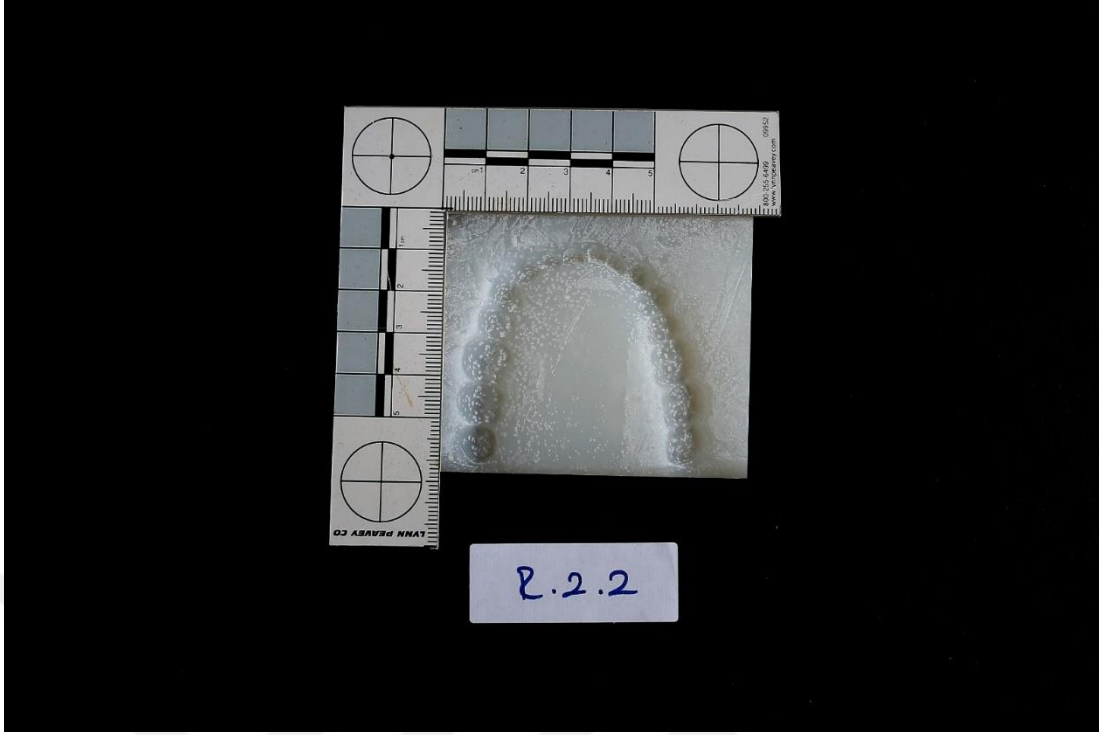
Şekil 3.41. R.1.3. Üst çene



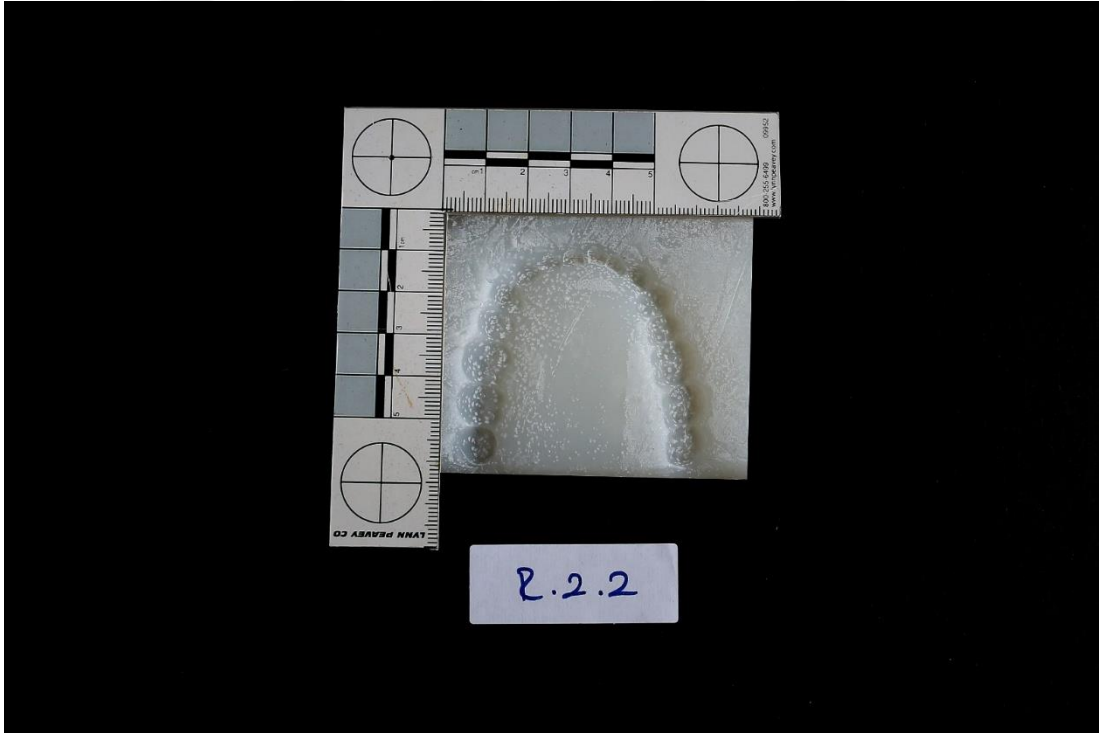
Şekil 3.42. R.2.1. Alt çene



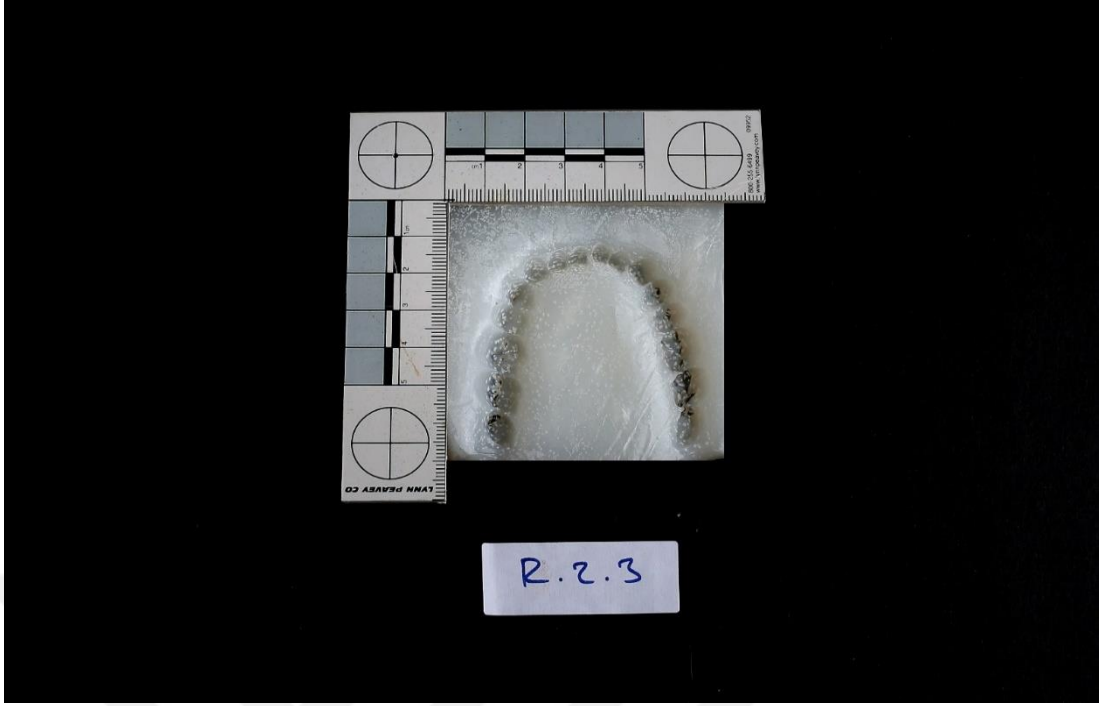
Şekil 3.43. R.2.1. Üst çene



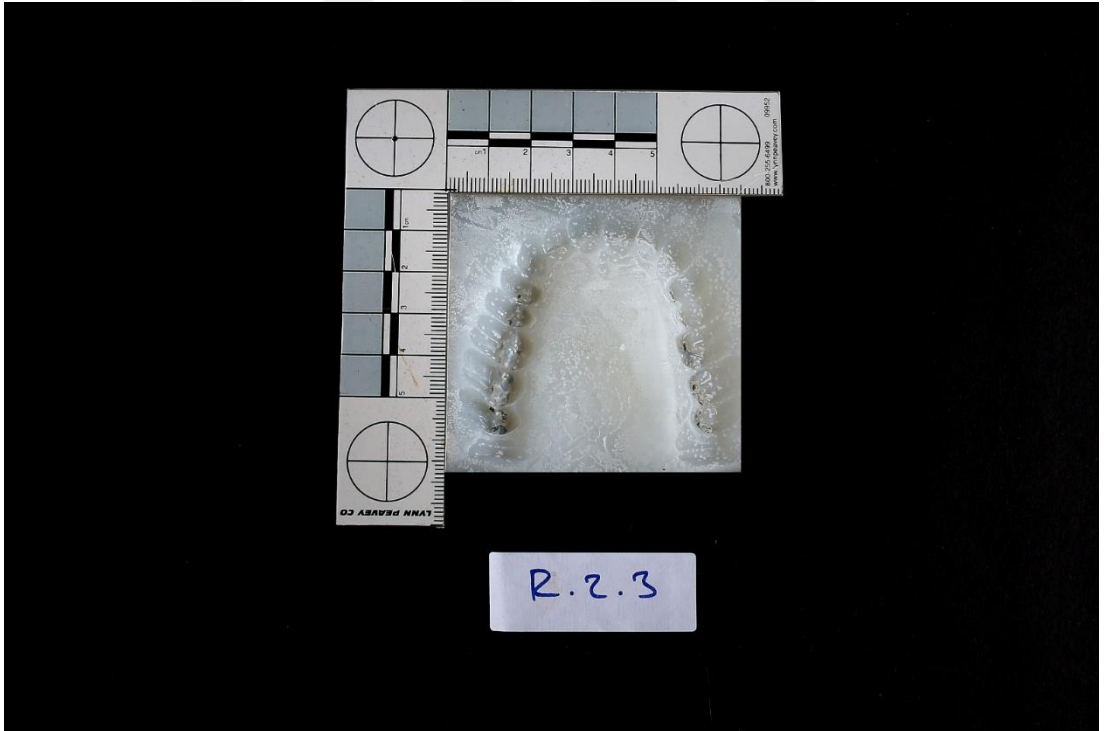
Şekil 3.44. R.2.2. Alt çene



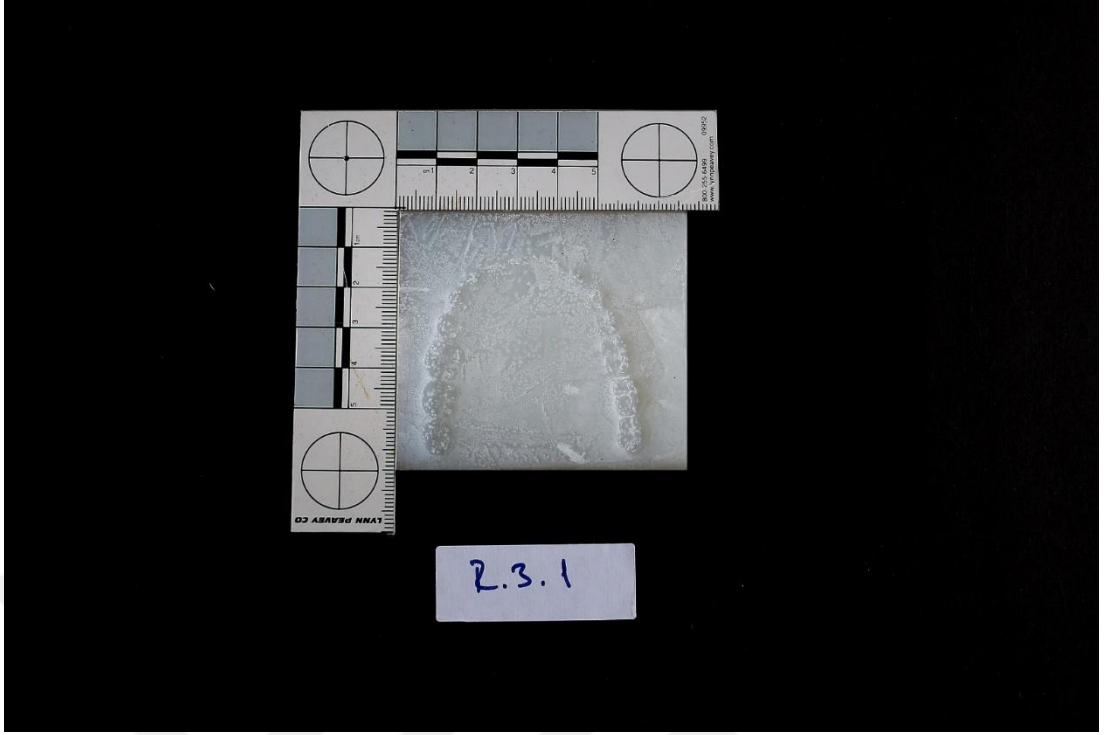
Şekil 3.45. R.2.2. Üst çene



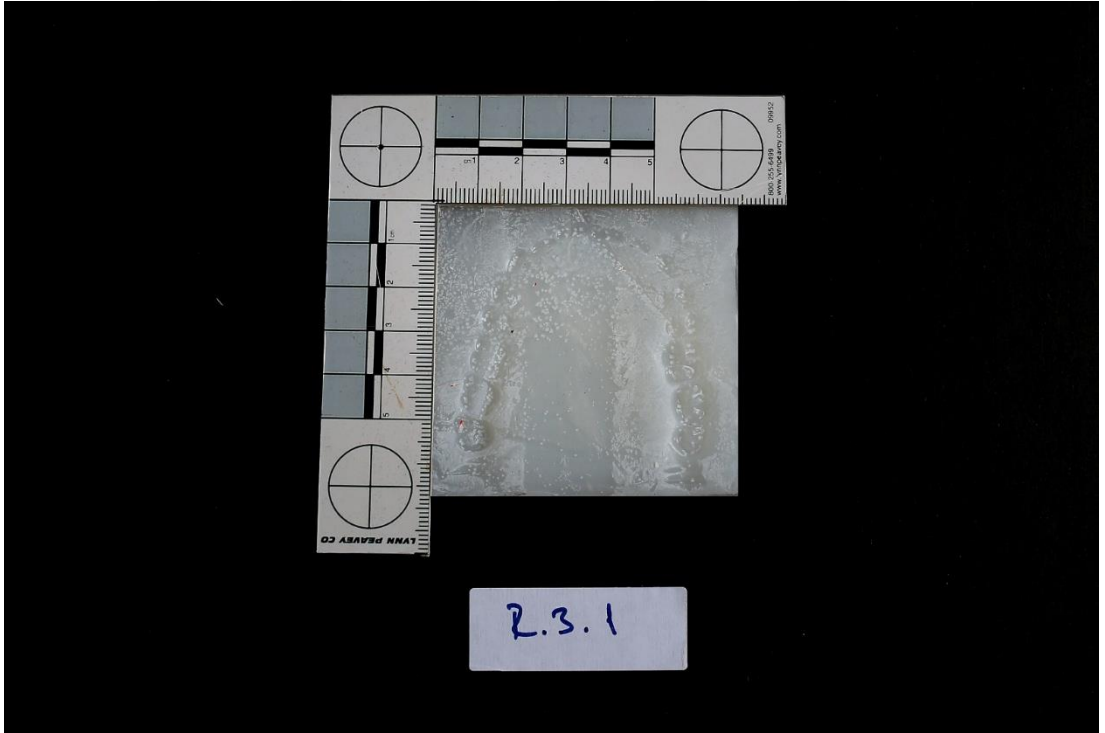
Şekil 3.46. R.2.3. Alt çene



Şekil 3.47. R.2.3. Üst çene



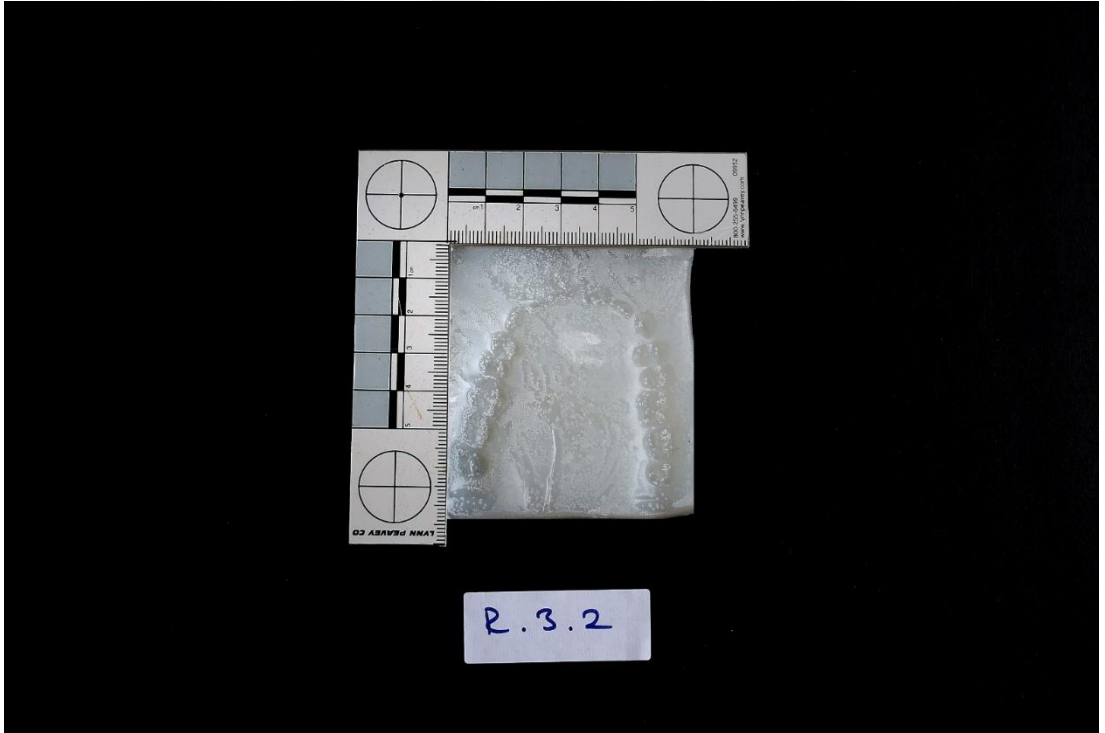
Şekil 3.48. R.3.1. Alt çene



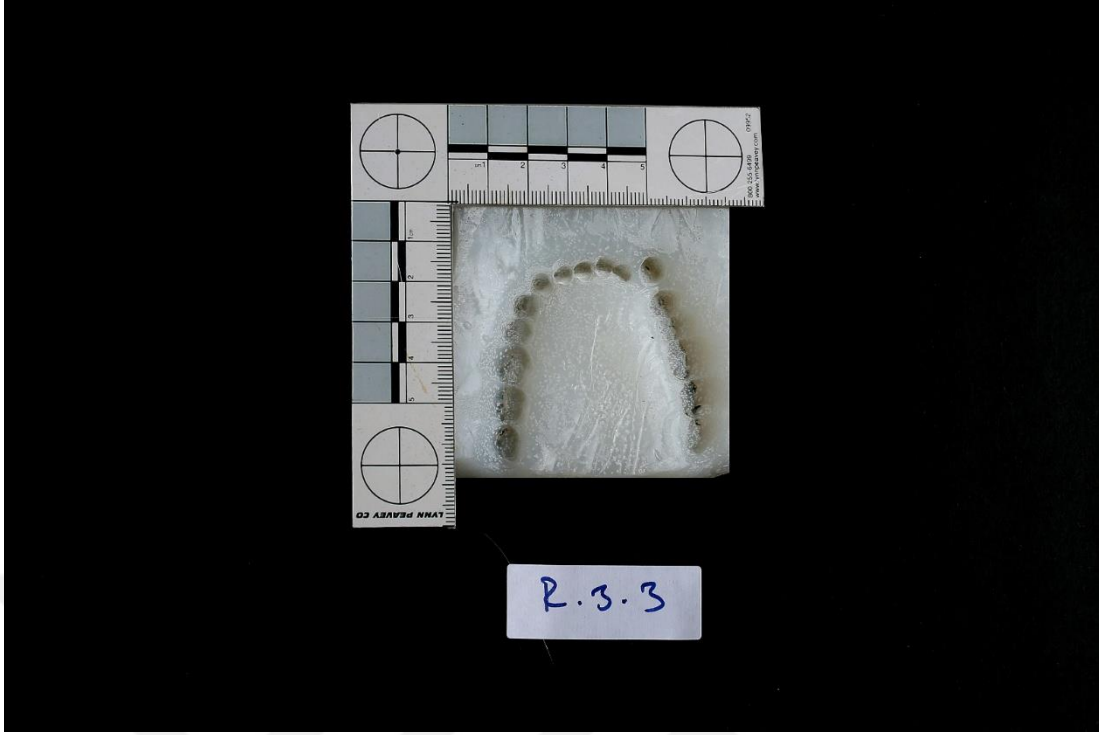
Şekil 3.49. R.3.1. Üst çene



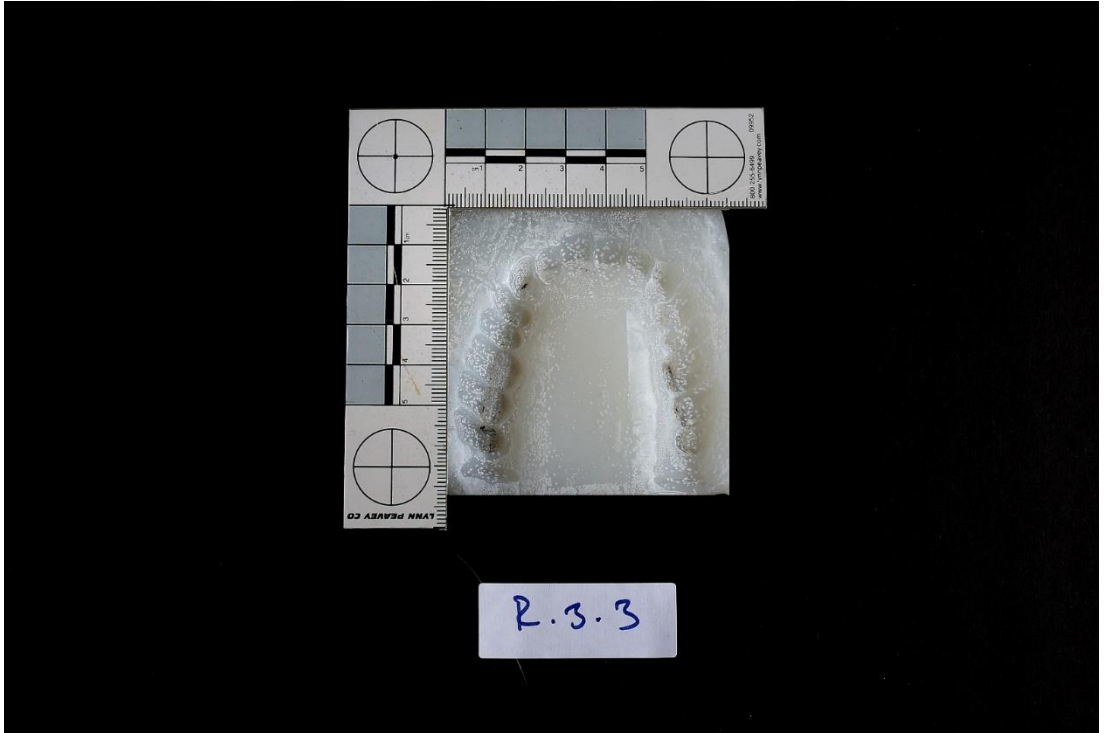
Şekil 3.50. R.3.2. Alt çene



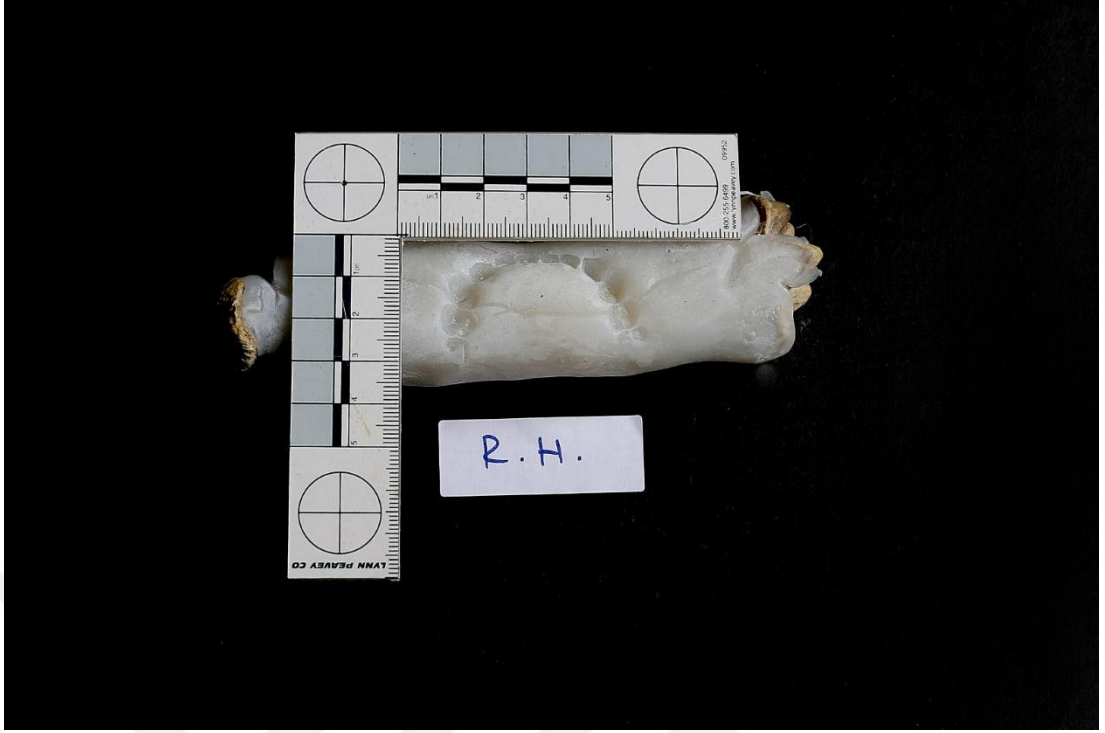
Şekil 3.51. R.3.2. Üst çene



Şekil 3.52. R.3.3. Alt çene



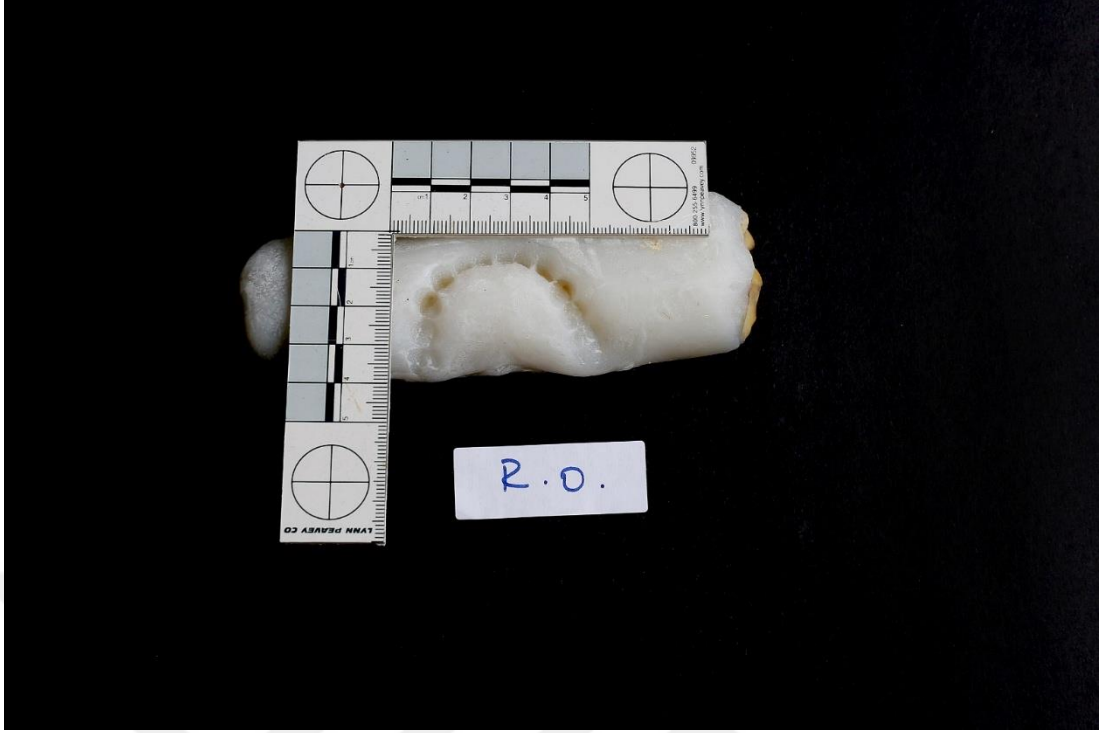
Şekil 3.53. R.3.3. Üst çene



Şekil 3.54. R.H. Alt çene



Şekil 3.55. R.H. Üst çene



Şekil 3.56. R.O. Alt çene



Şekil 3.57. R.O. Üst çene



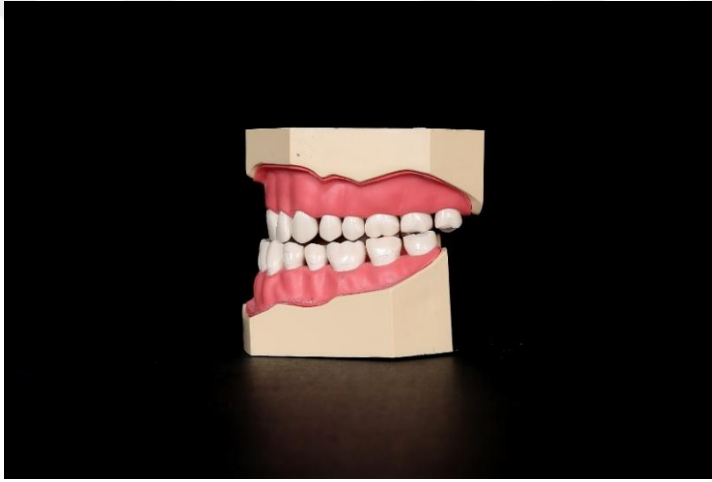
Şekil 3.58. R.Y. Alt çene



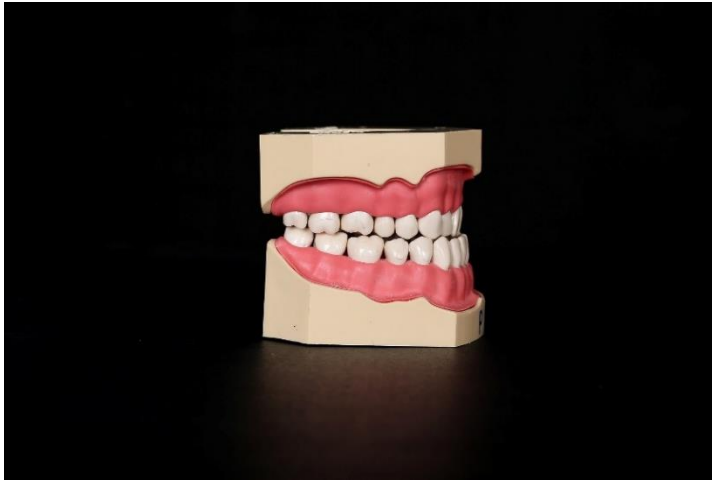
Şekil 3.59. R.Y. Üst çene



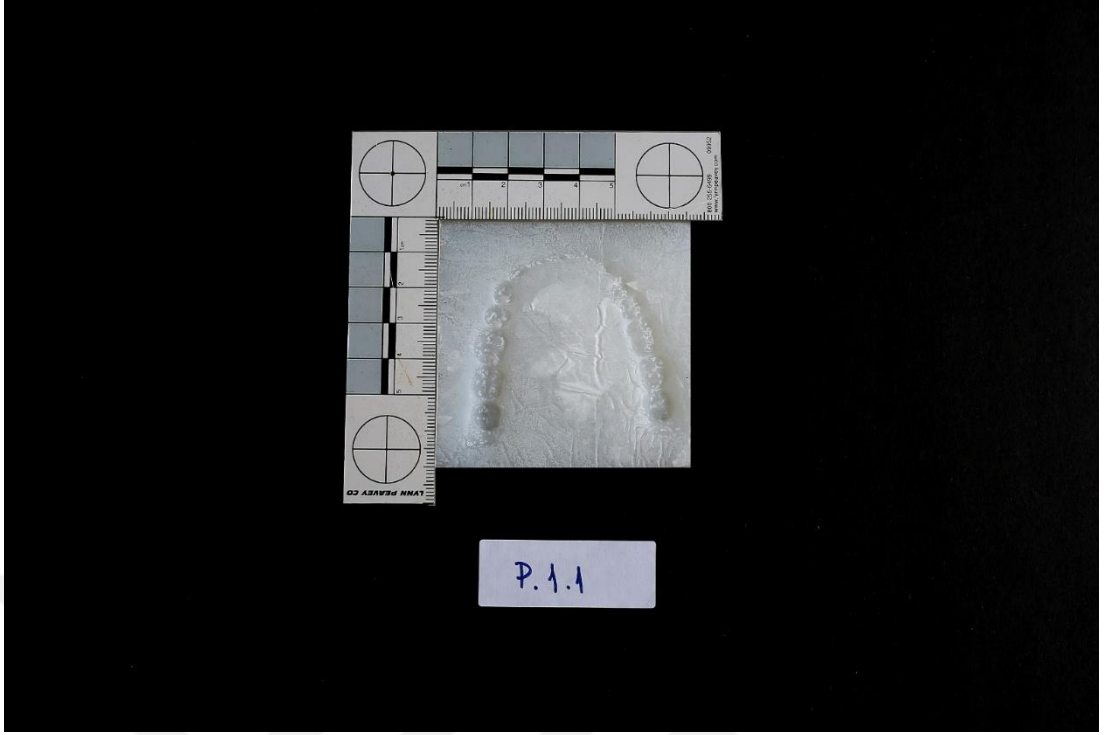
Şekil 3.60. Sınıf 3 ana model önden görünüşü



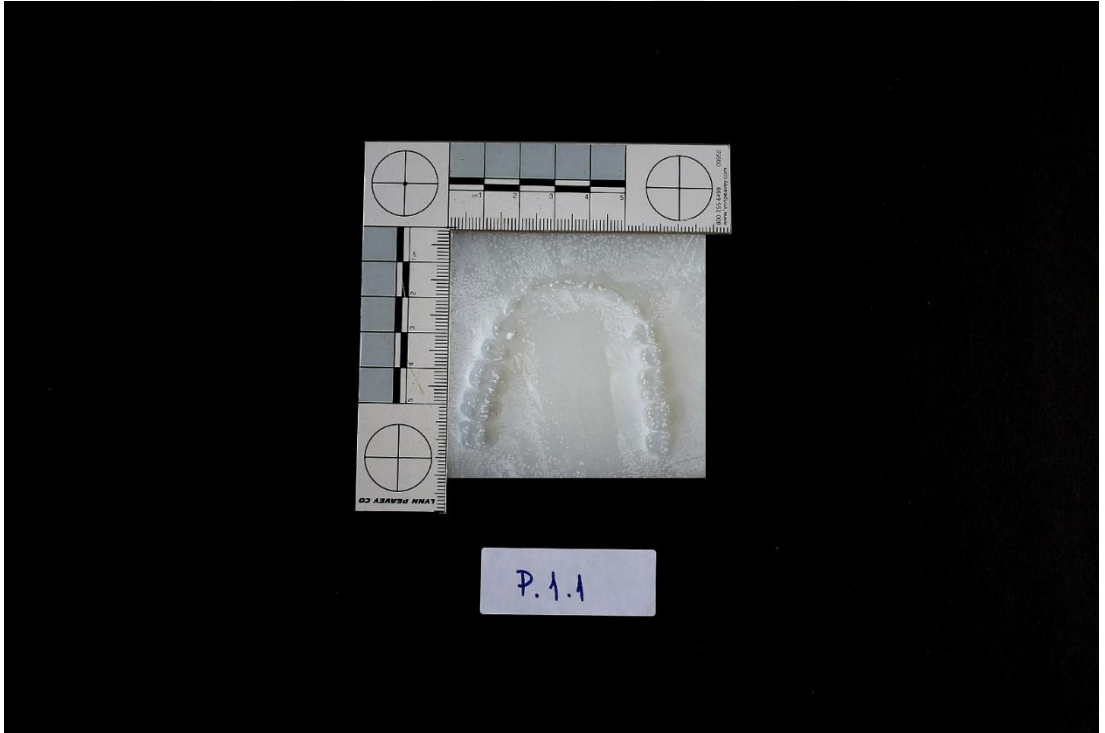
Şekil 3.61. Sınıf 3 ana model yandan görünüşü



Şekil 3.62. Sınıf 3 ana model yandan görünüşü



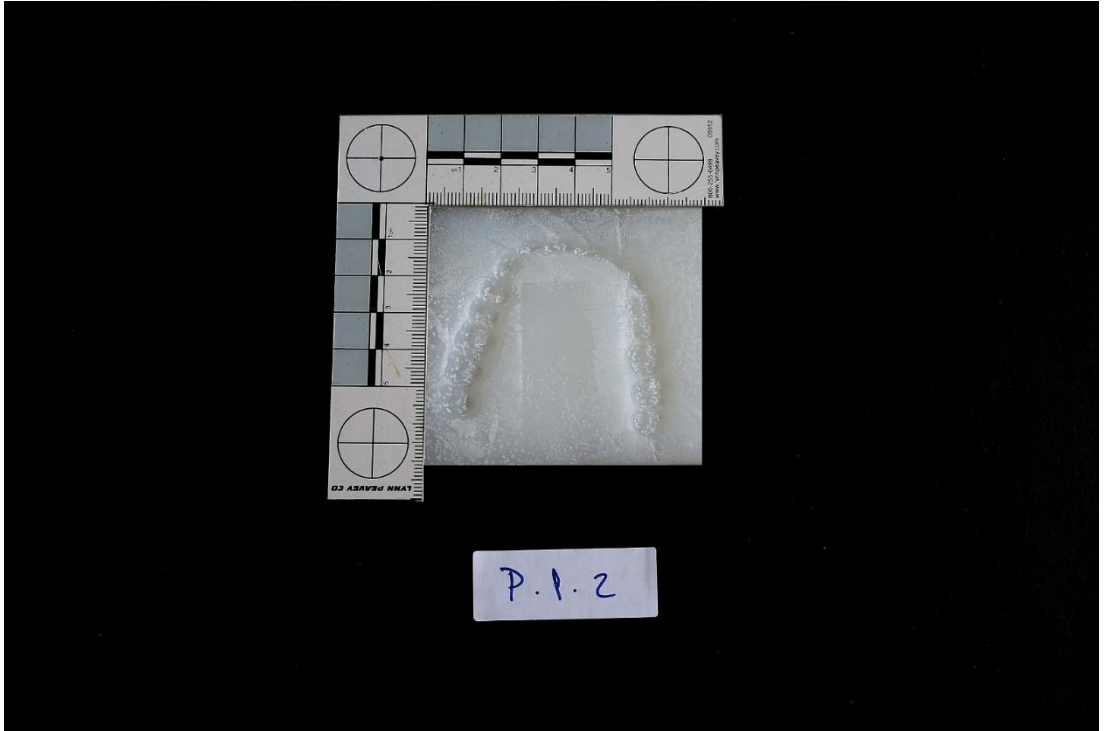
Şekil 3.63. P.1.1. Alt çene



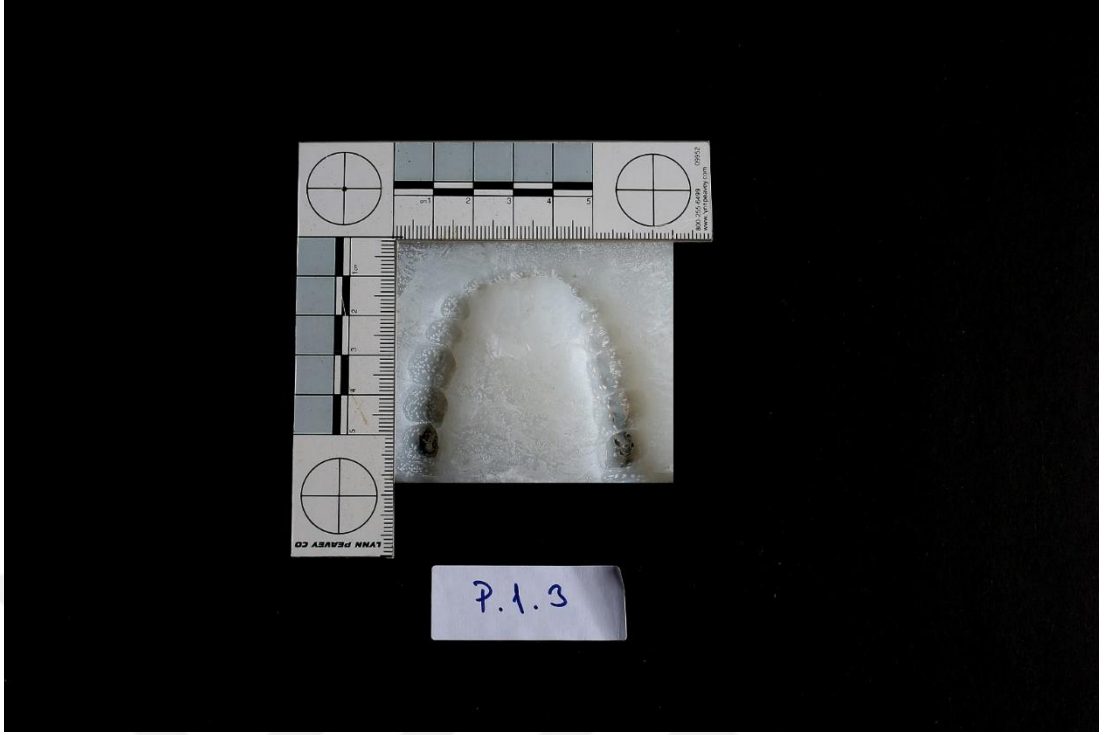
Şekil 3.64. P.1.1. Üst çene



Şekil 3.65. P.1.2. Alt çene



Şekil 3.66. P.1.2. Üst çene



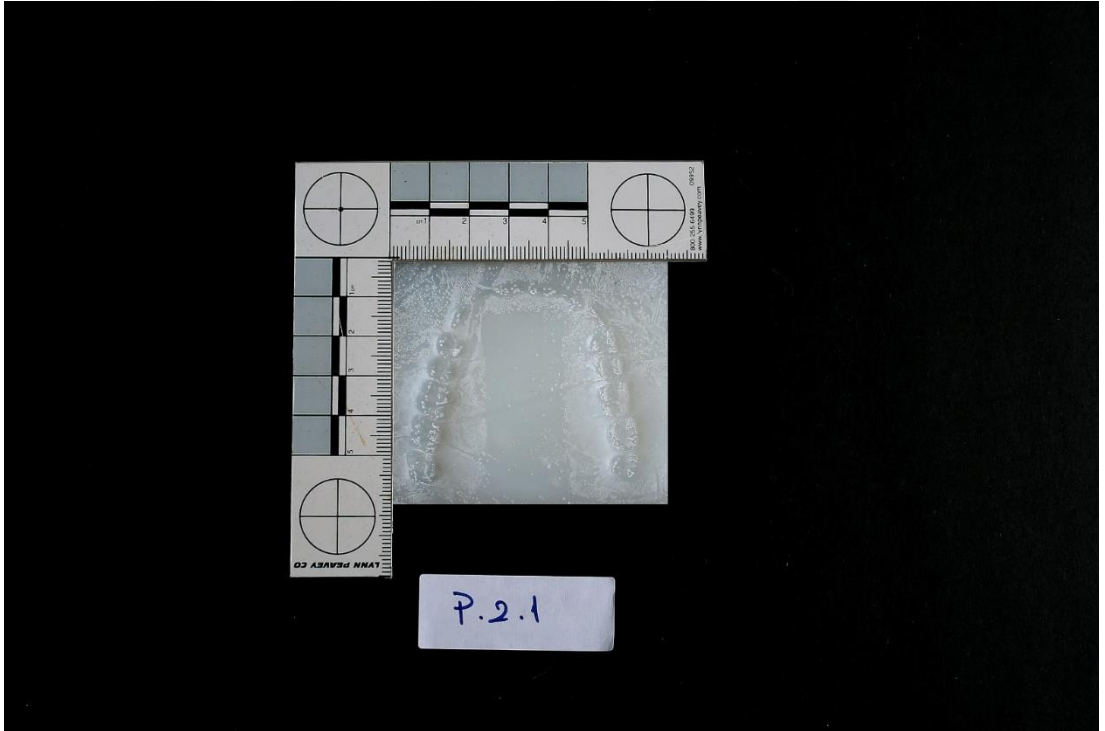
Şekil 3.67. P.1.3. Alt çene



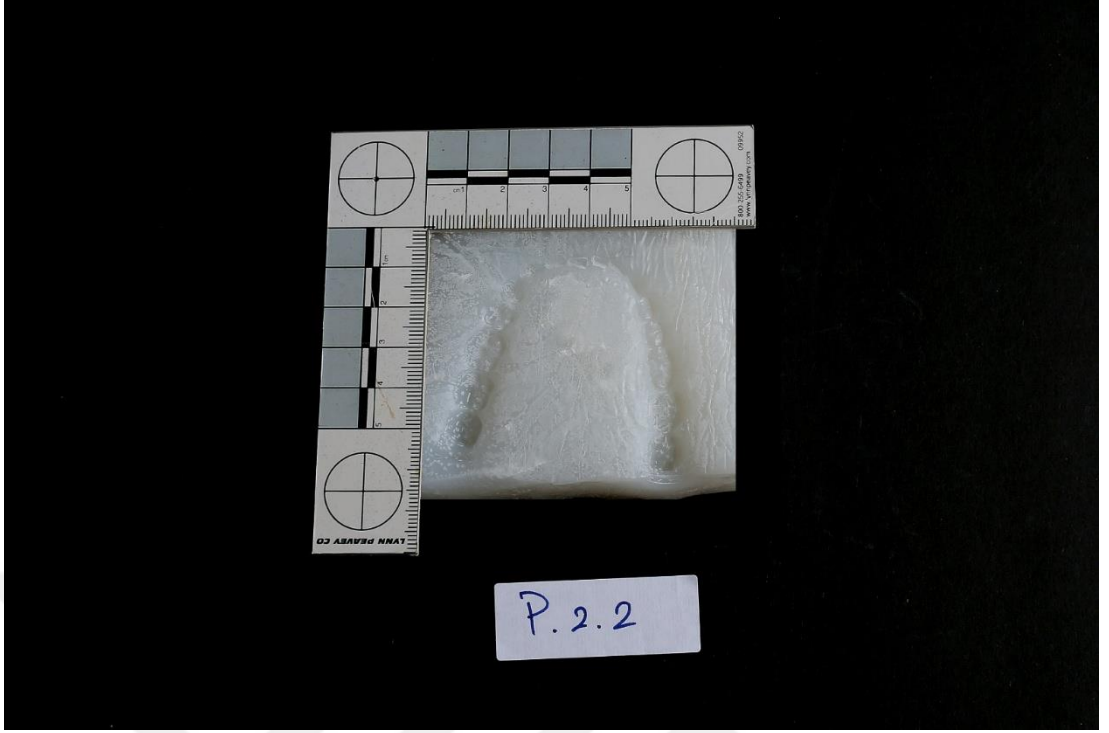
Şekil 3.68. P.1.3. Üst çene



Şekil 3.69. P.2.1. Alt çene



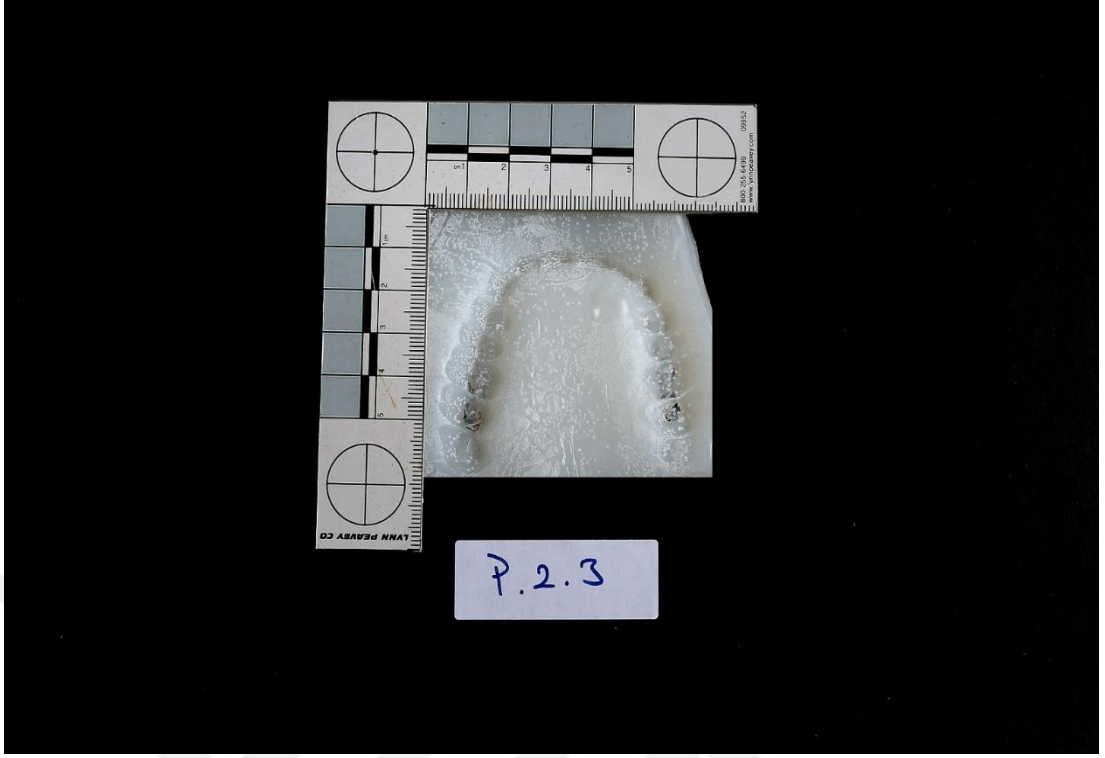
Şekil 3.70. P.2.1. Üst çene



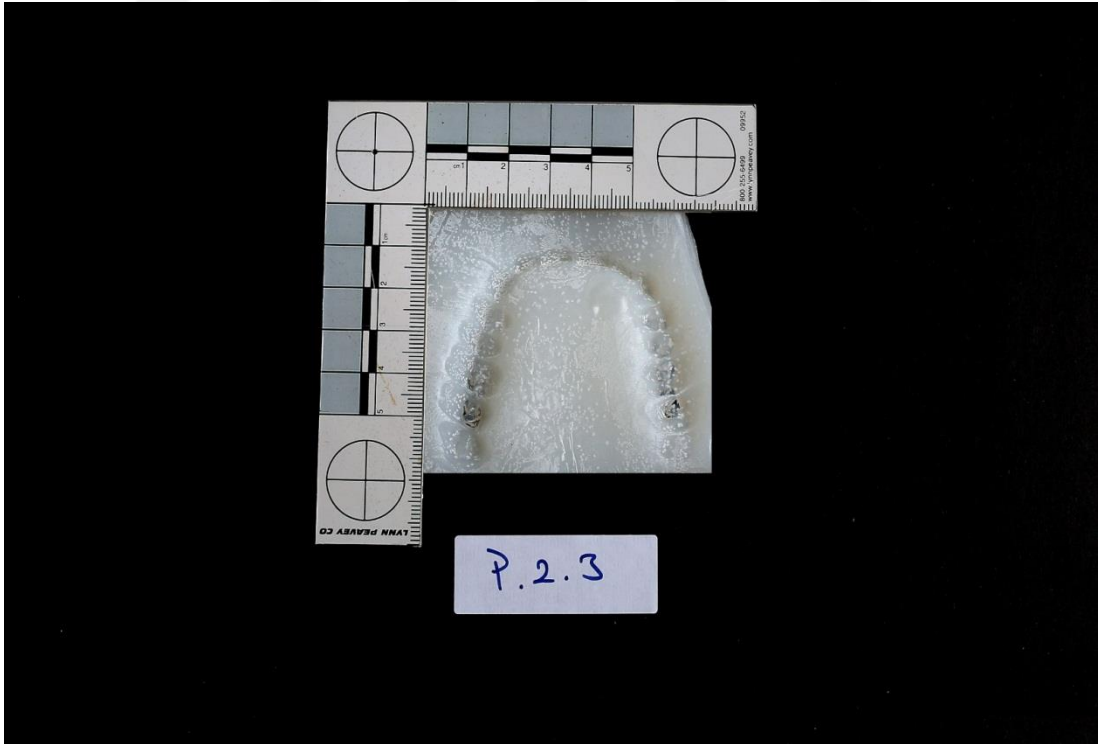
Şekil 3.71. P.2.2. Alt çene



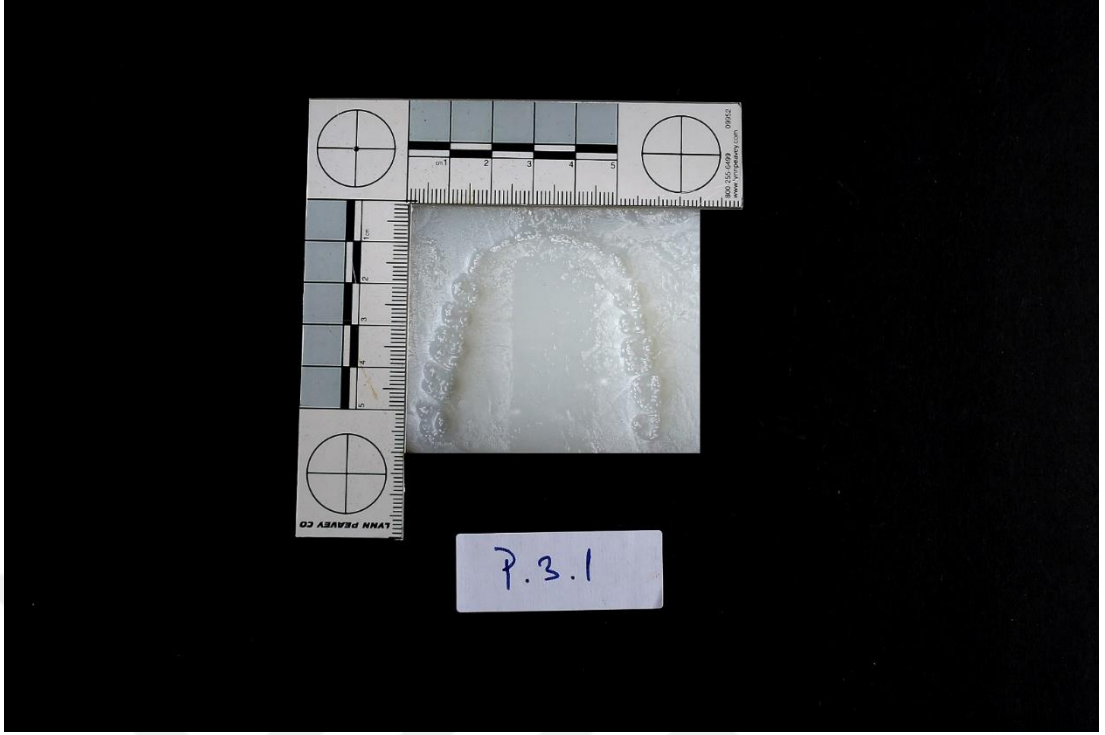
Şekil 3.72. P.2.2 Üst çene



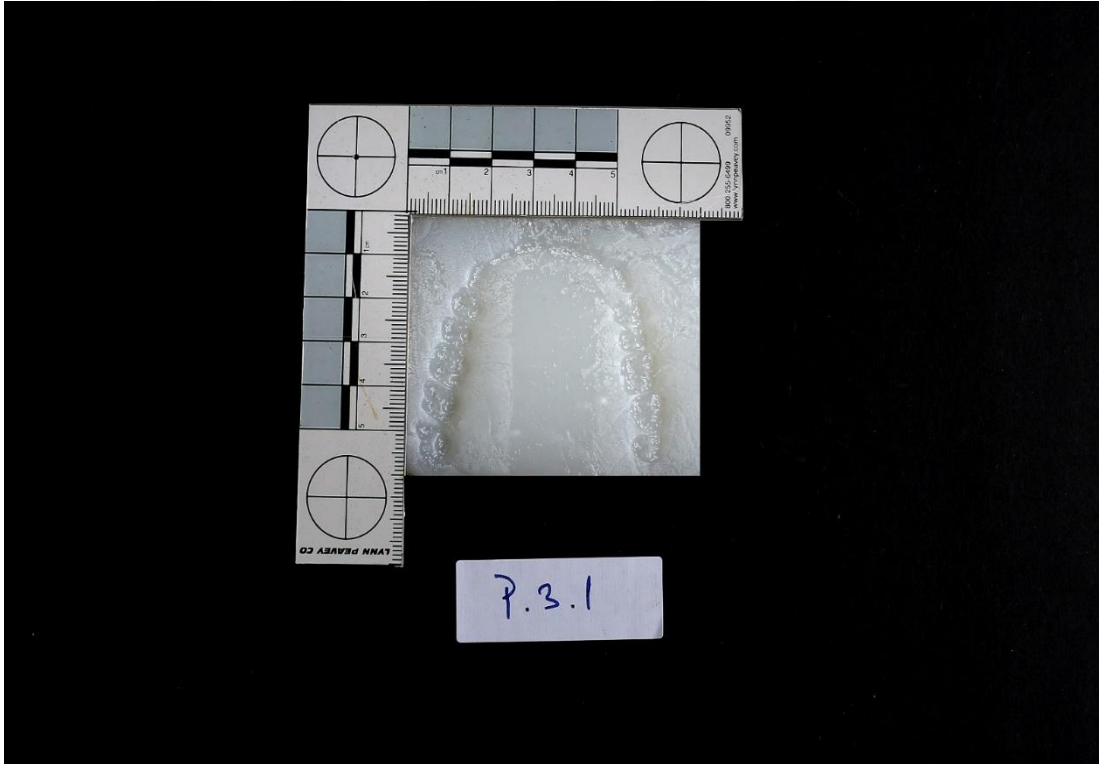
Şekil 3.73. P.2.3. Alt çene



Şekil 3.74. P.2.3. Üst çene



Şekil 3.75. P.3.1. Alt çene



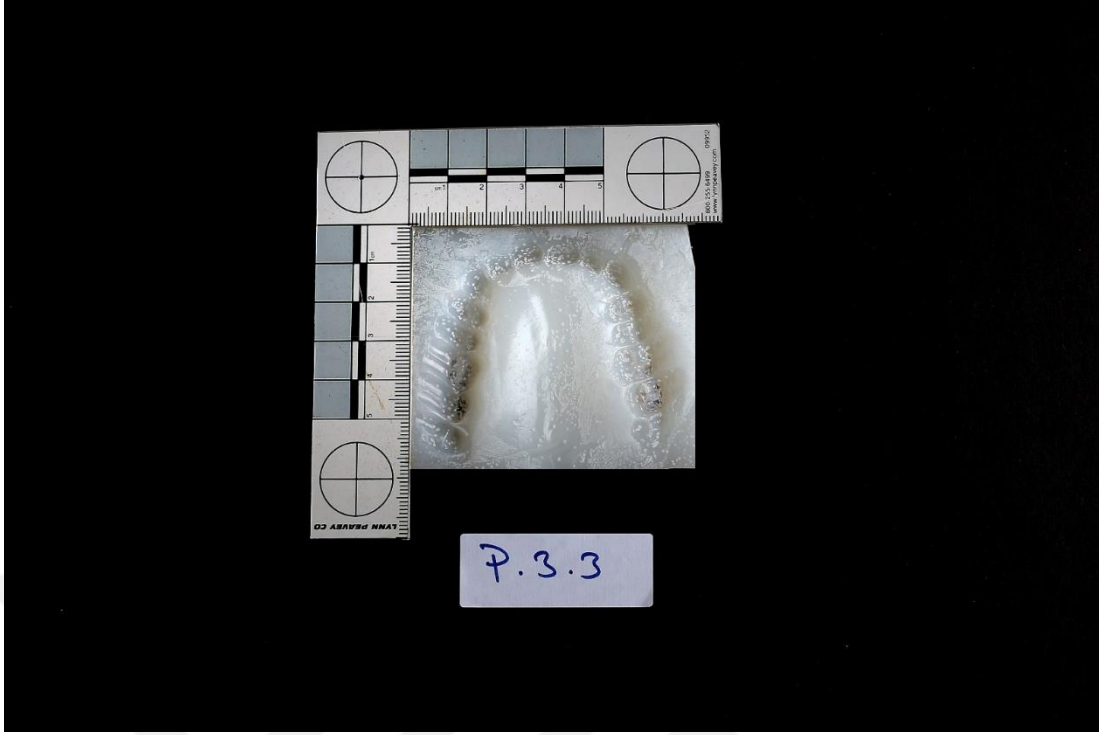
Şekil 3.76. P.3.1. Üst çene



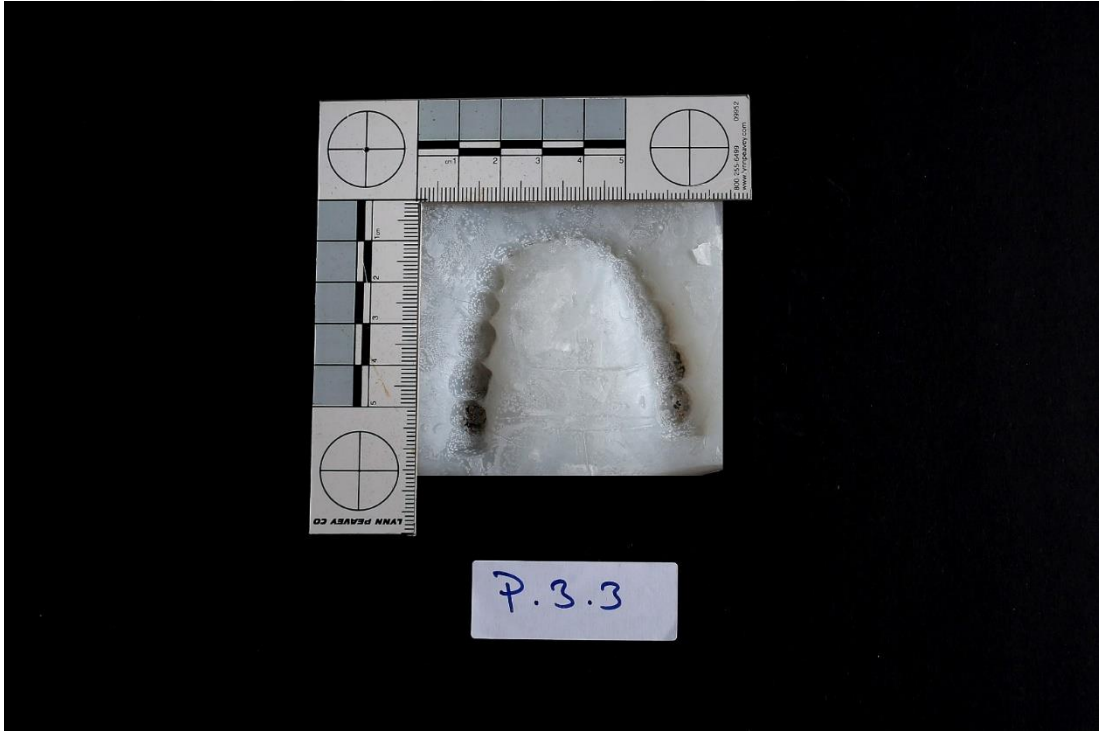
Şekil 3.77. P.3.2. Alt çene



Şekil 3.78. P.3.2. Üst çene



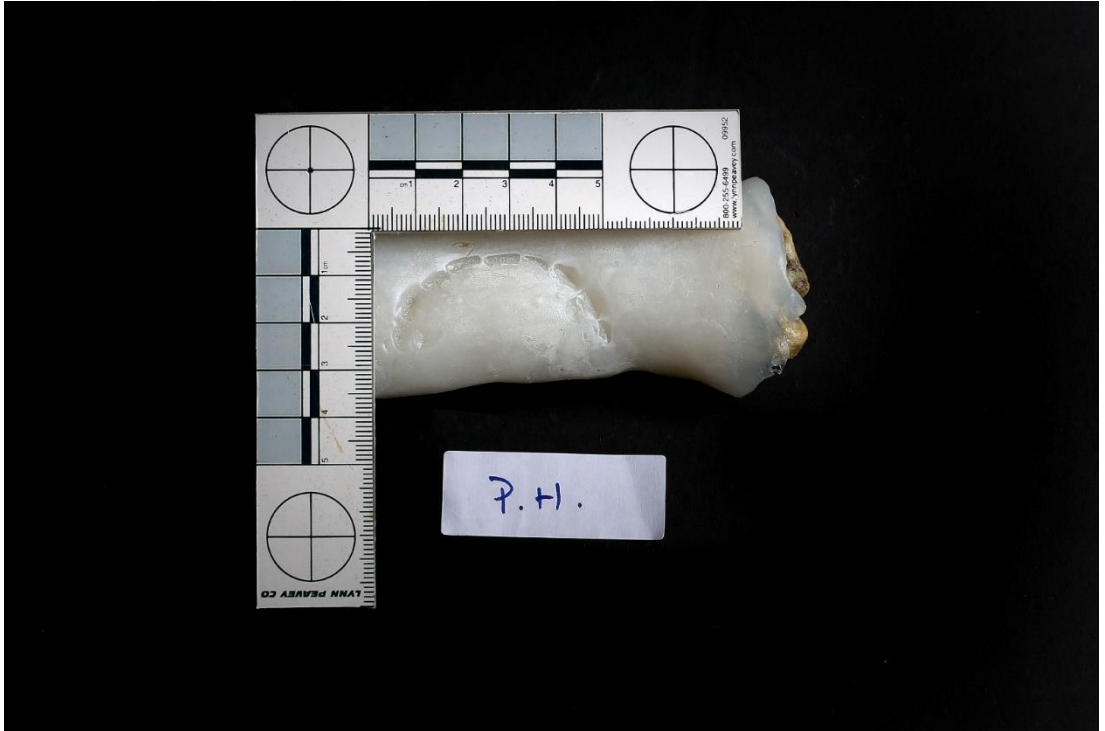
Şekil 3.79. P.3.3. Alt çene



Şekil 3.80. P.3.3. Üst çene



Şekil 3.81. P.H. Alt çene



Şekil 3.82. P.H. Üst çene



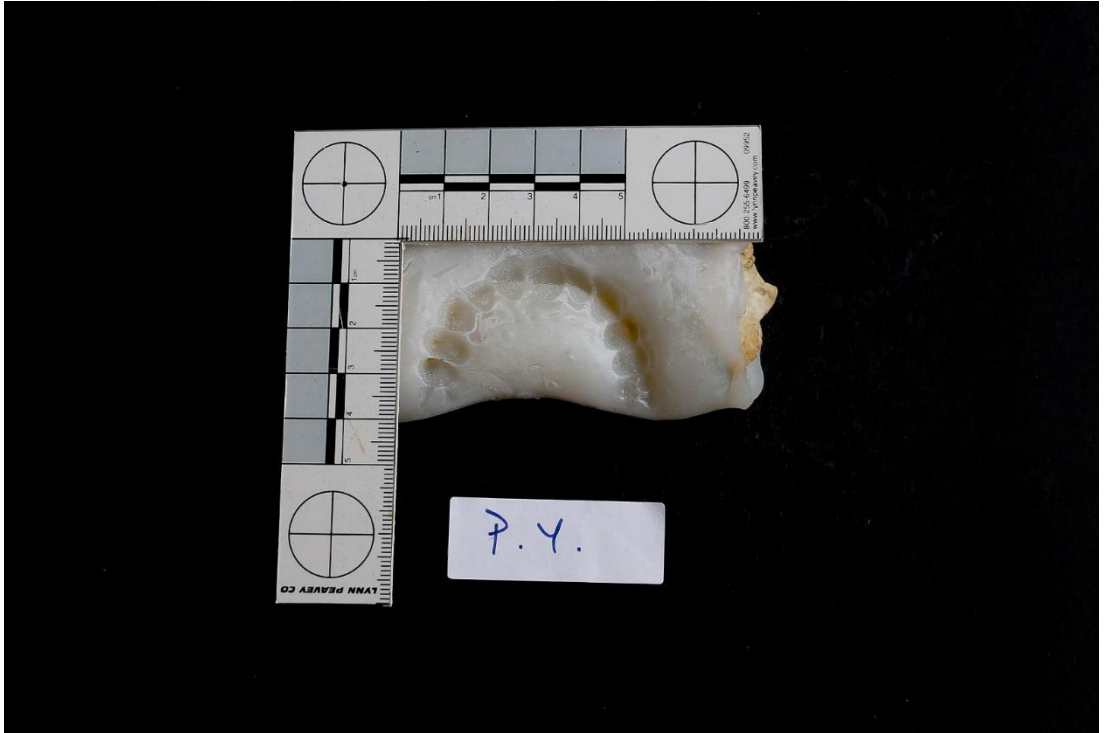
Şekil 3.83. P.O. Alt çene



Şekil 3.84. P.O. Üst çene



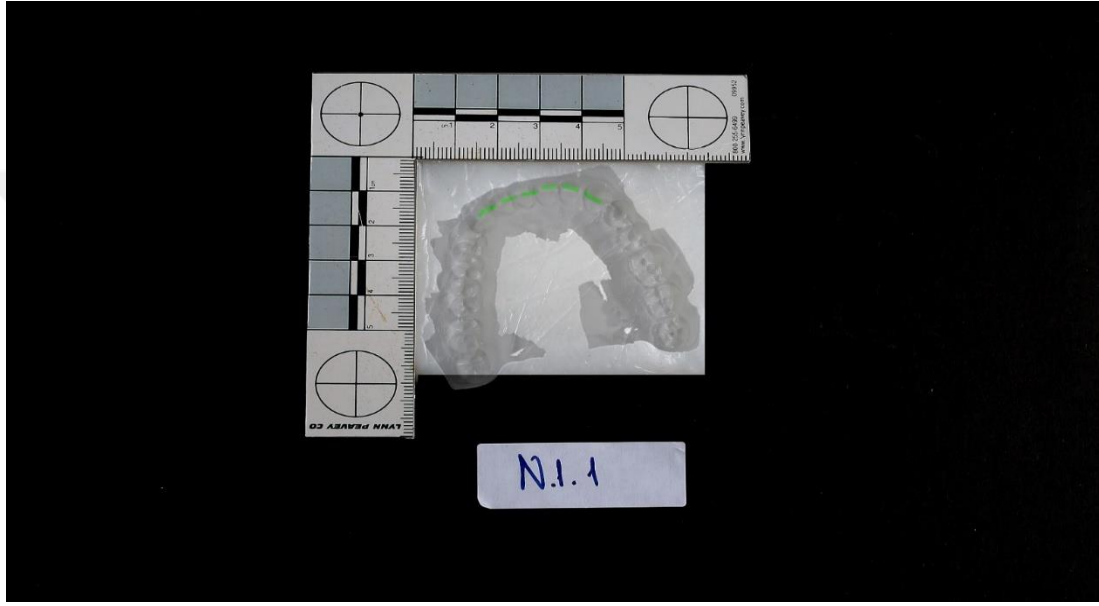
Şekil 3.85. P.Y. Alt çene



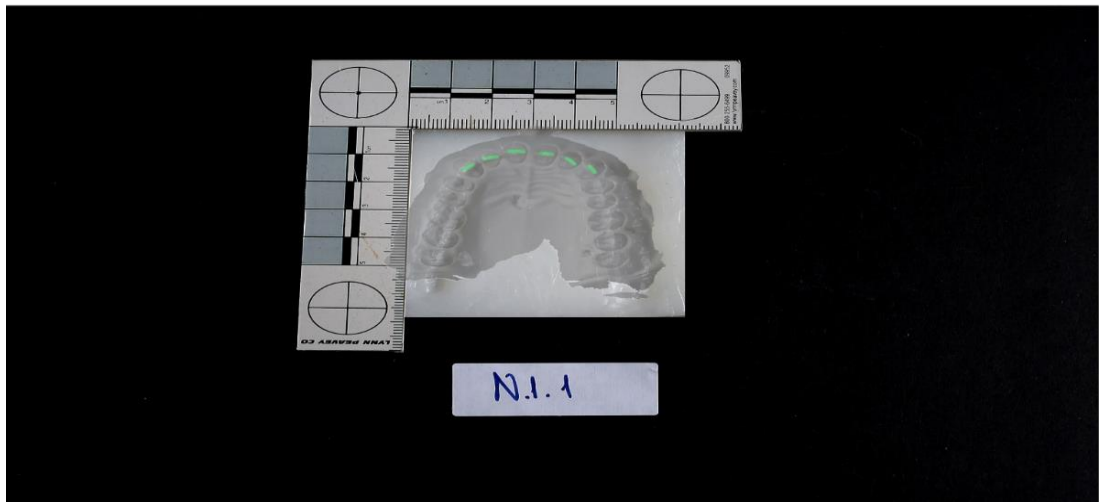
Şekil 3.86. P.Y. Üst çene

3.3. ısırık İzi Fotoğraflarının Tarama Verileriyle Çakıştırılması

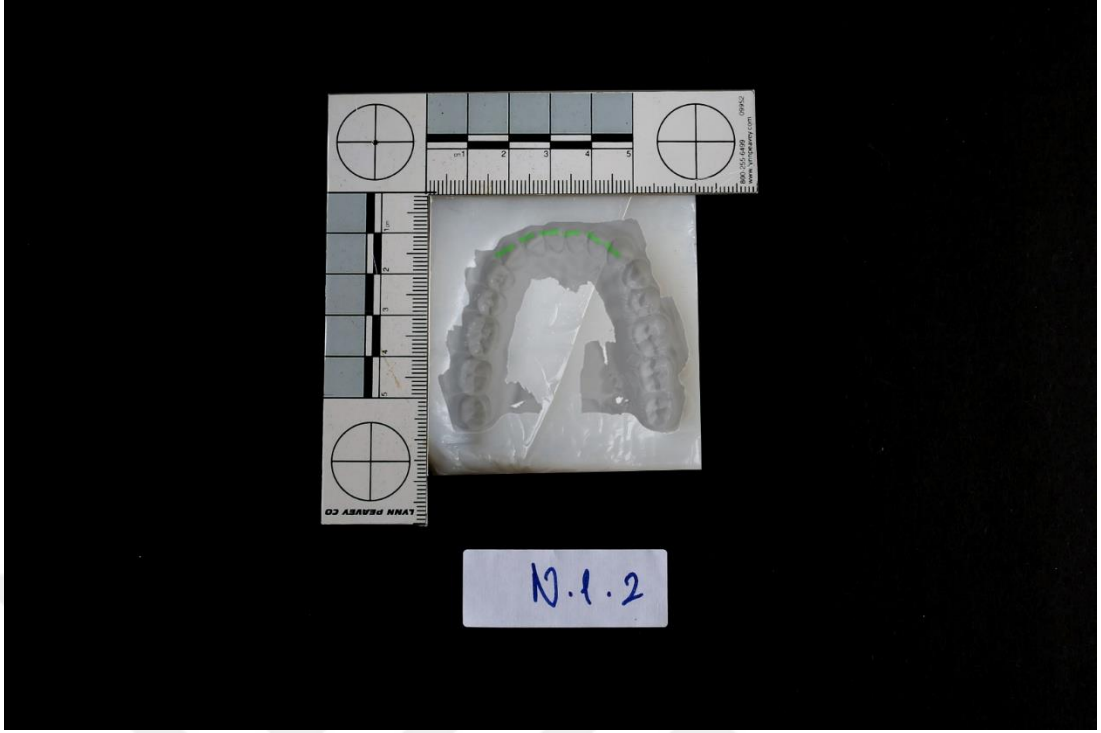
İnsan ısırık izi simülatörü ile hafif, orta ve yüksek basınçla ve farklı açılarda yapılmış ısırık izlerinin oluşturulabildiği tespit edilmiştir. Çalışmanın üçüncü aşamasında ısırık izlerini oluşturan ana modeller ağız içi tarayıcı ile taranmış ve elde edilen bulgular ısırık izi fotoğraflarıyla Adobe Photoshop programında çakıştırılmıştır. Çakıştırma sonuçları aşağıda sunulmuştur.



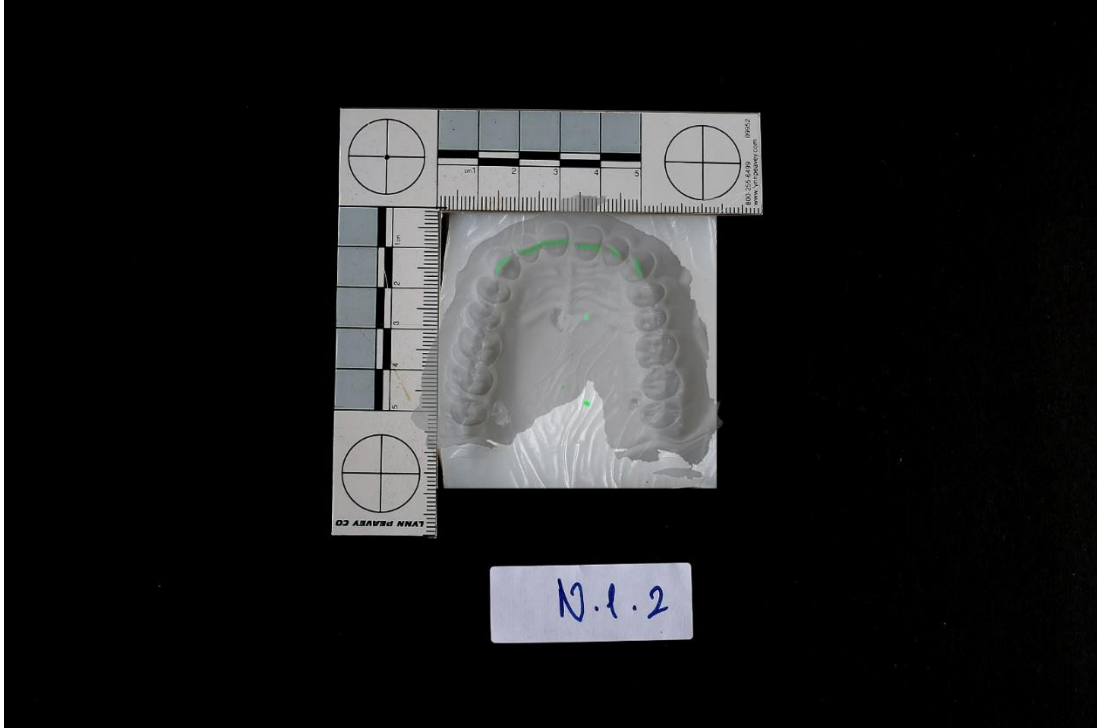
Şekil 3.87. N.1.1. Alt çene çakıştırma



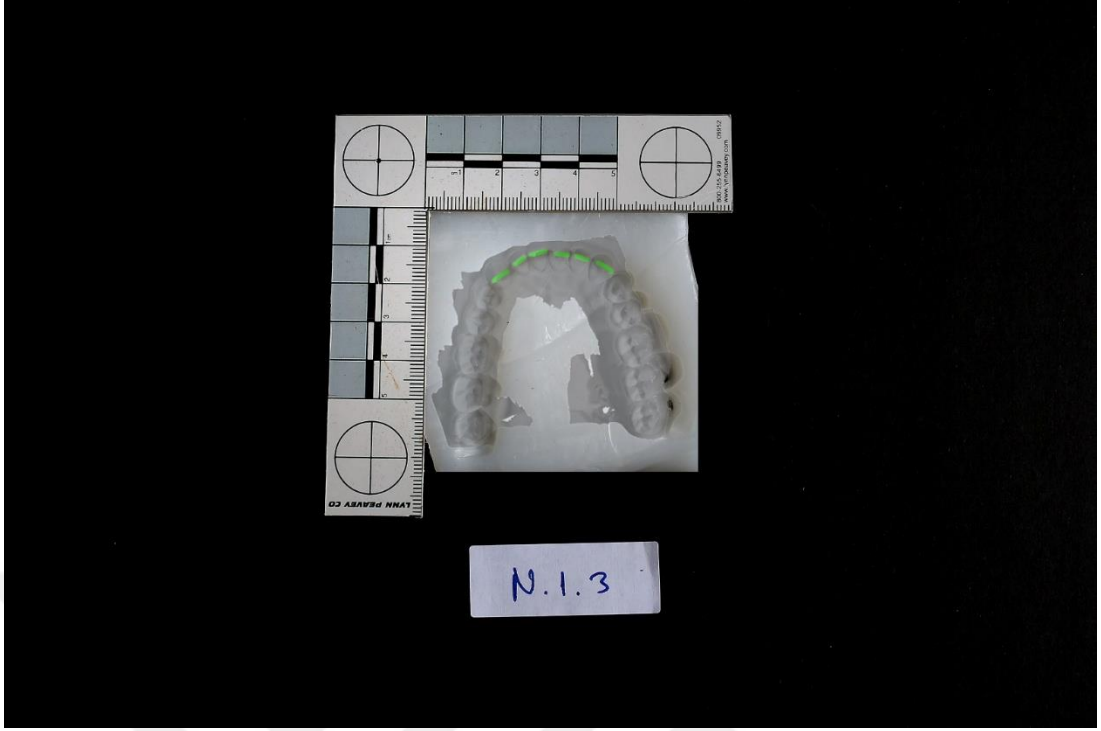
Şekil 3.88. N.1.1. Üst çene çakıştırma



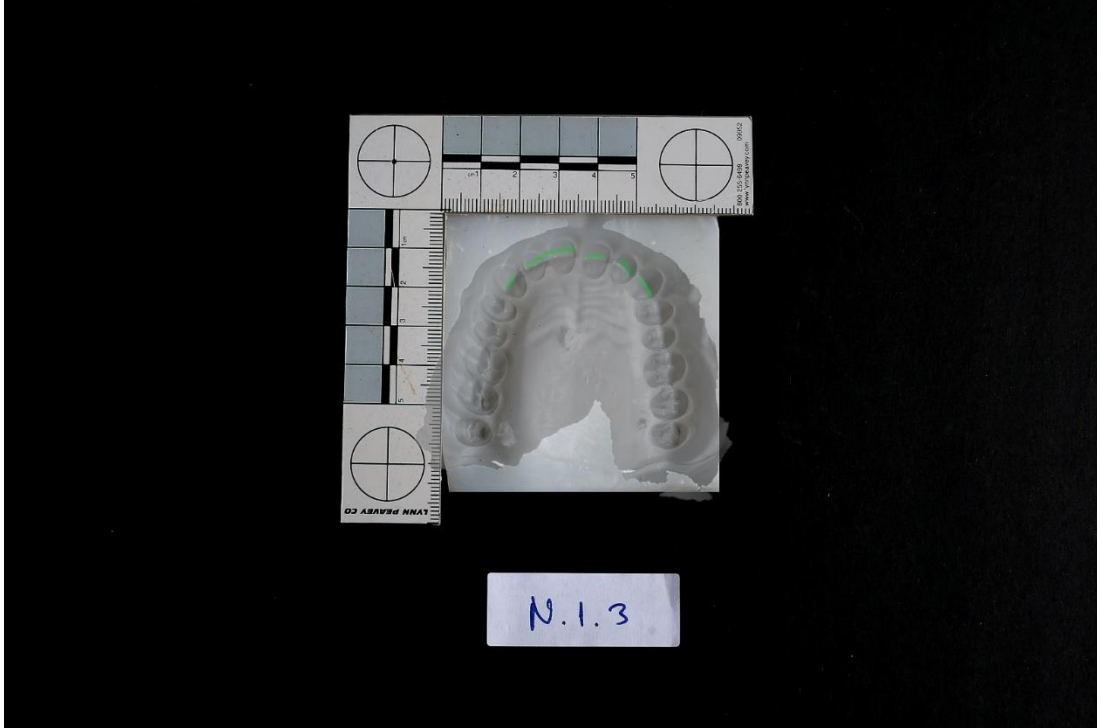
Şekil 3.89. N.1.2. Alt çene çakıştırma



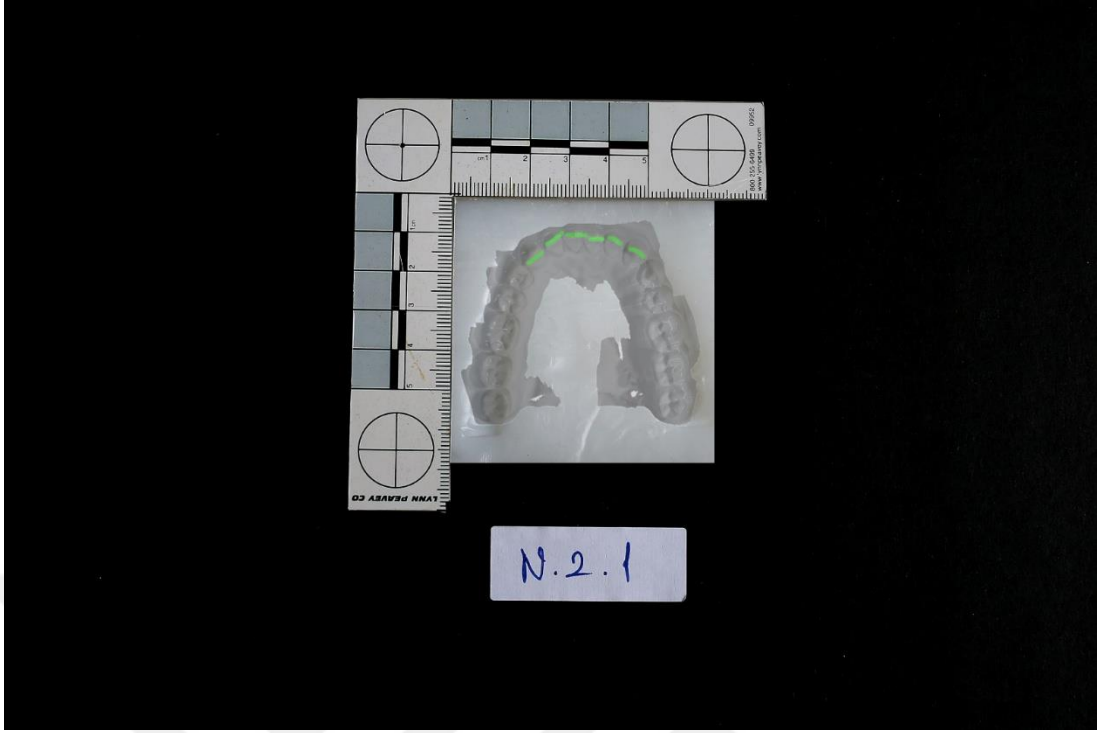
Şekil 3.90. N.1.2. Üst çene çakıştırma



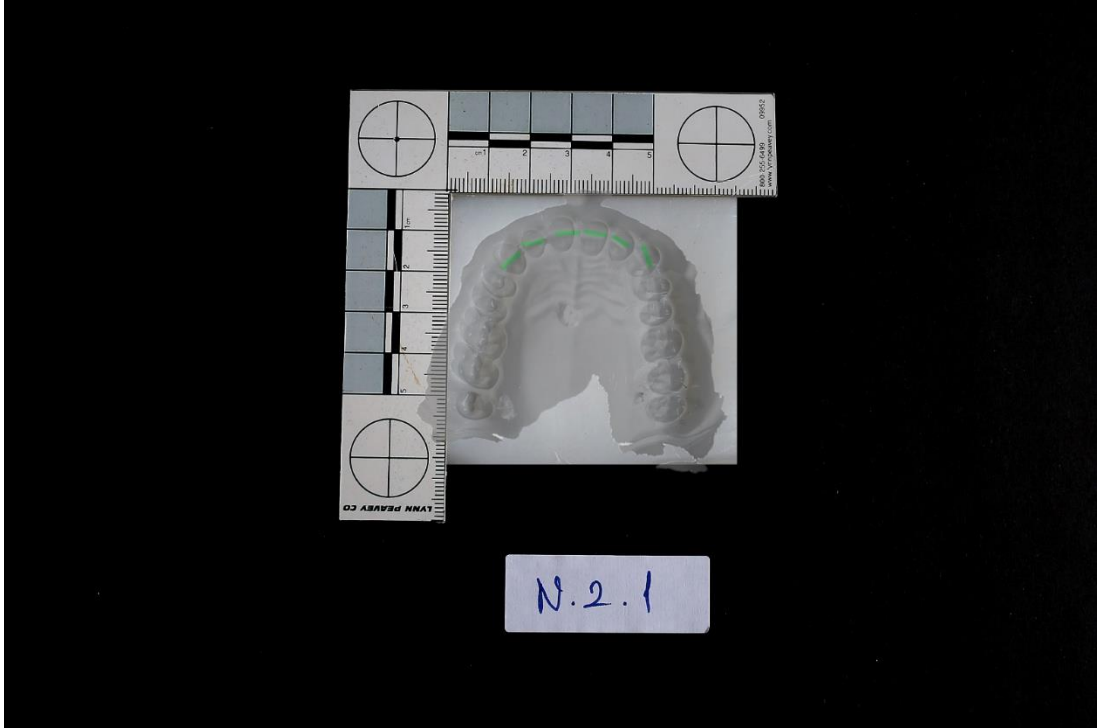
Şekil 3.91. N.1.3 Alt çene çakıştırma



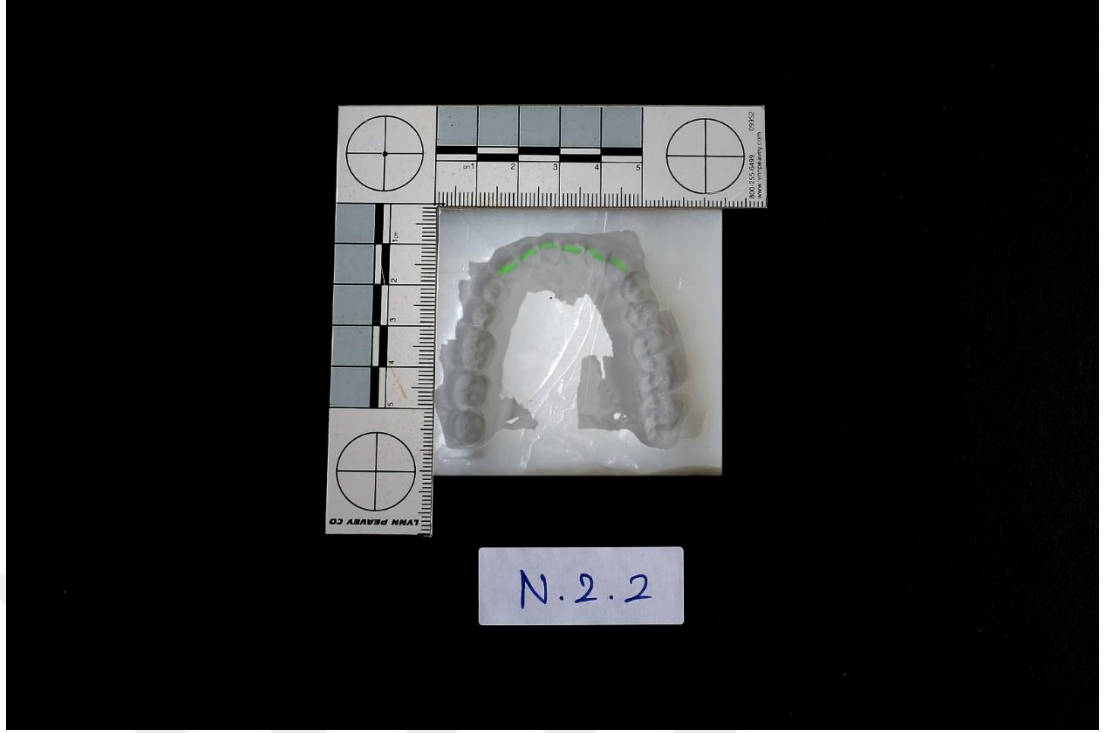
Şekil 3.92. N.1.3. Üst çene çakıştırma



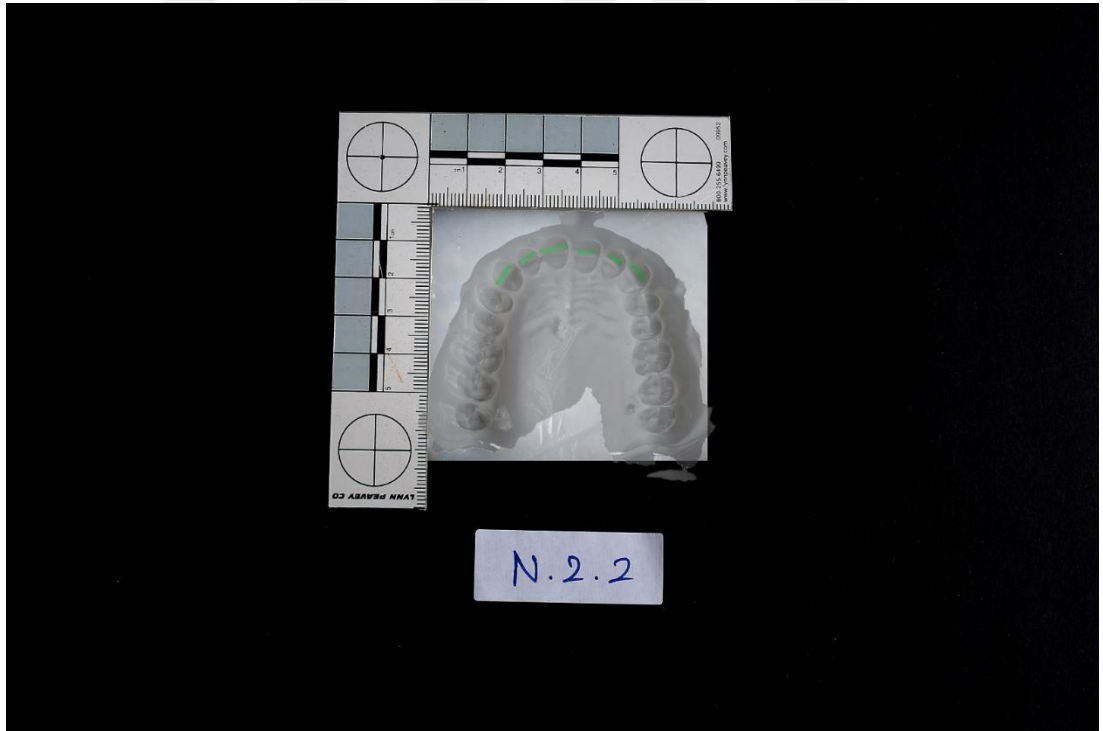
Şekil 3.93. N.2.1. Alt çene çakıştırma



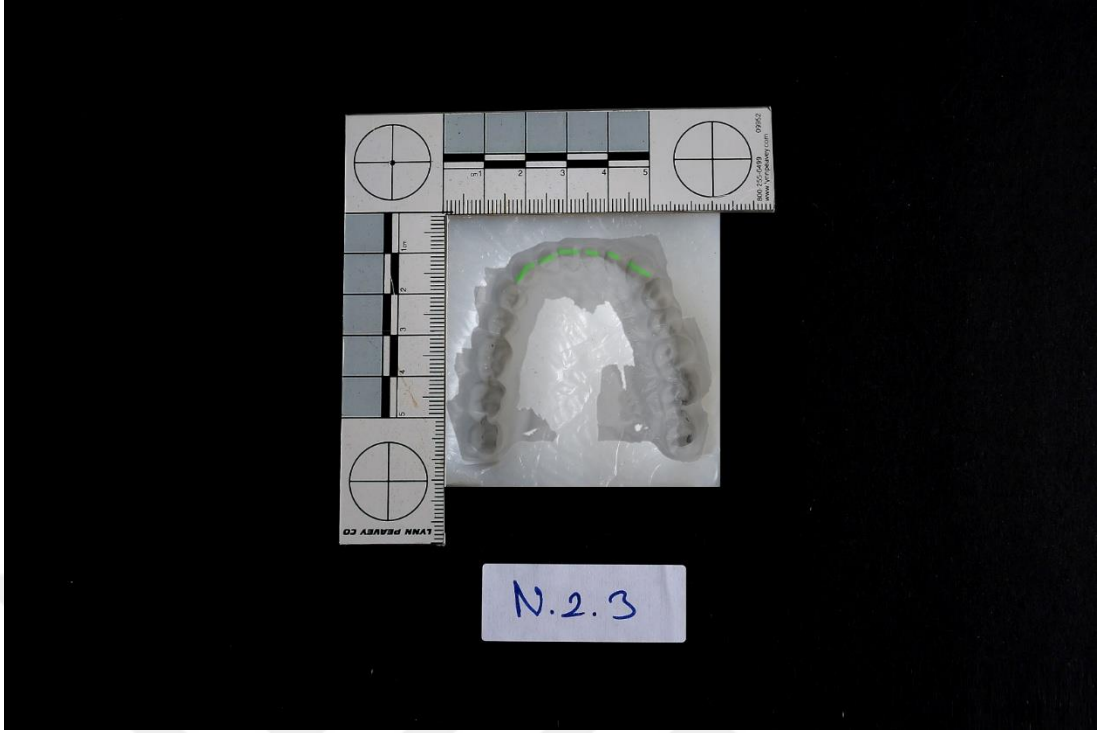
Şekil 3.94. N.2.1. Üst çene çakıştırma



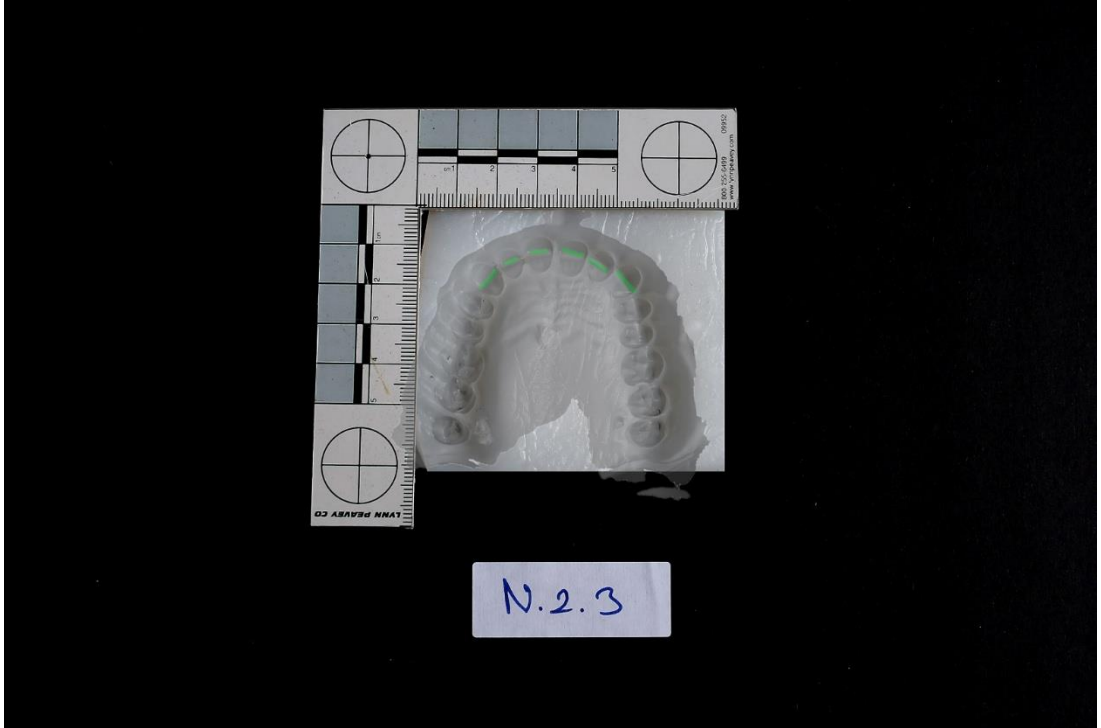
Şekil 3.95. N.2.2. Alt çene çakıştırma



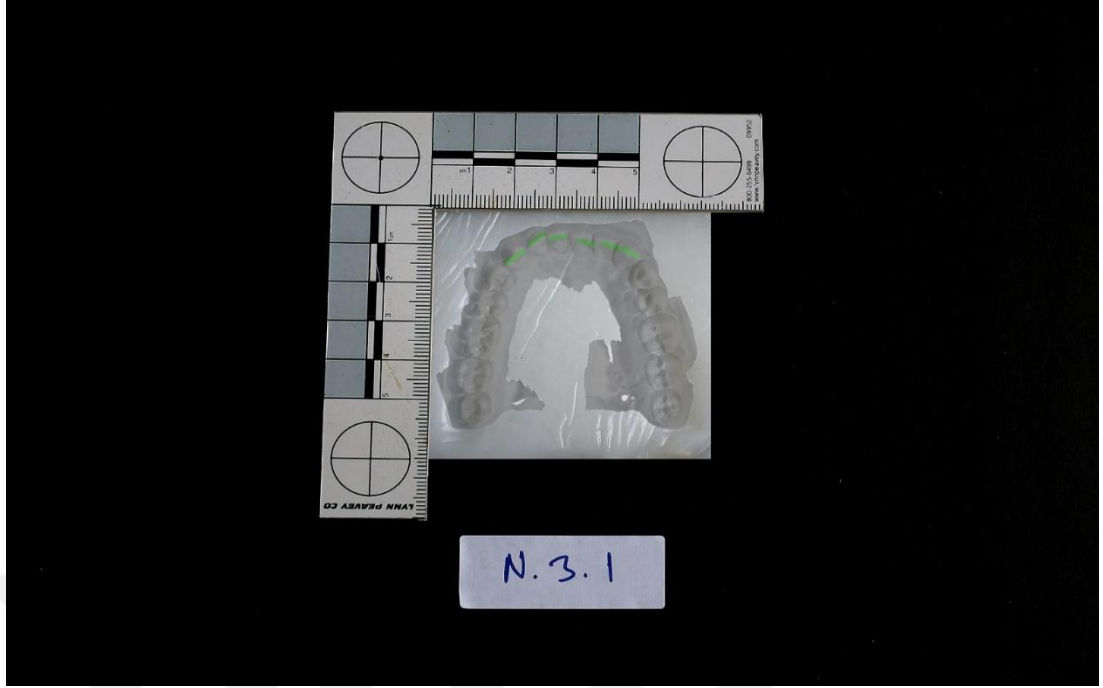
Şekil 3.96. N.2.2. Üst çene çakıştırma



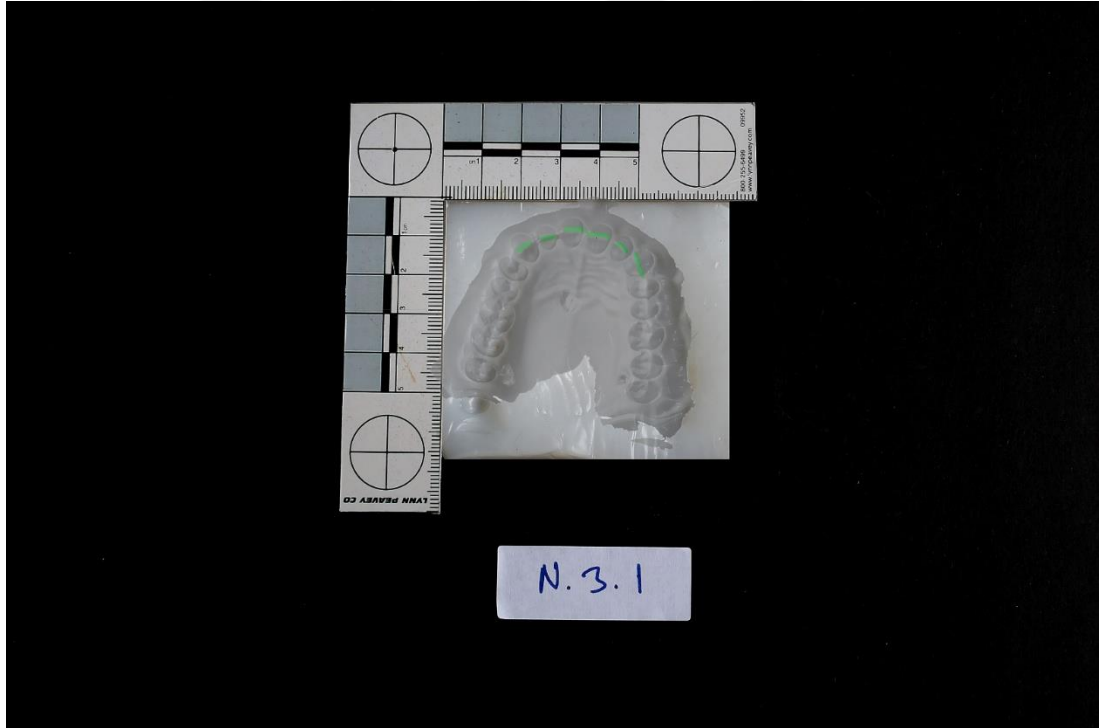
Şekil 3.97. N.2.3. Alt çene çakıştırma



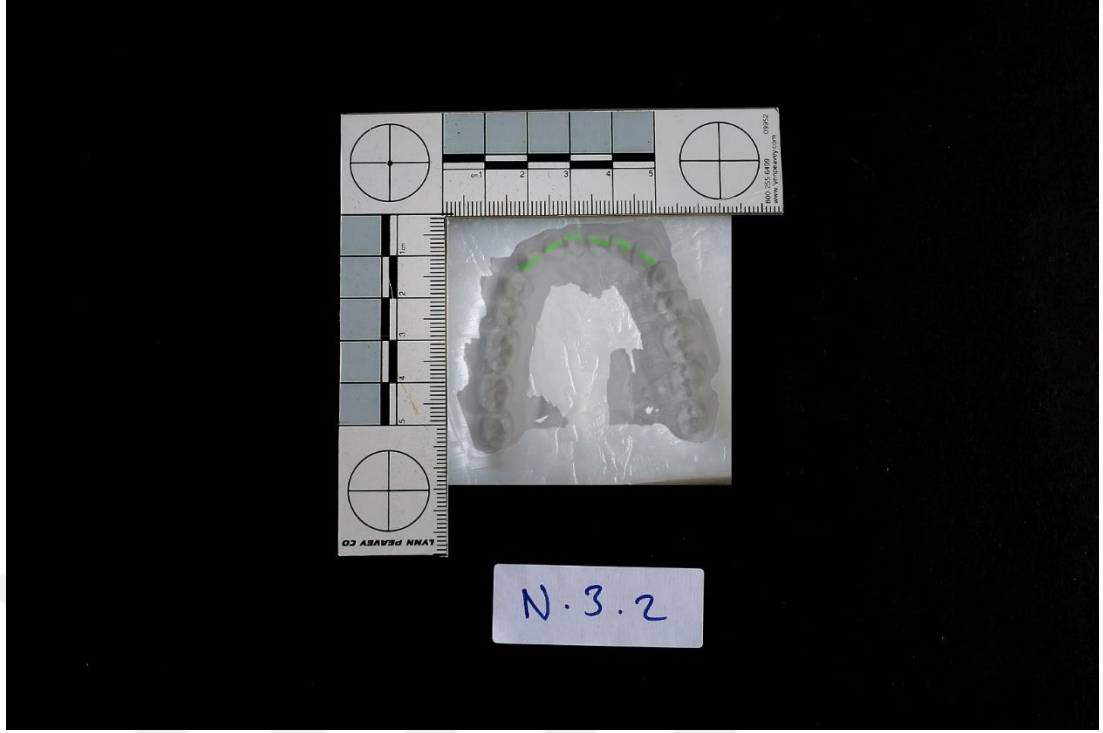
Şekil 3.98. N.2.3. Üst çene çakıştırma



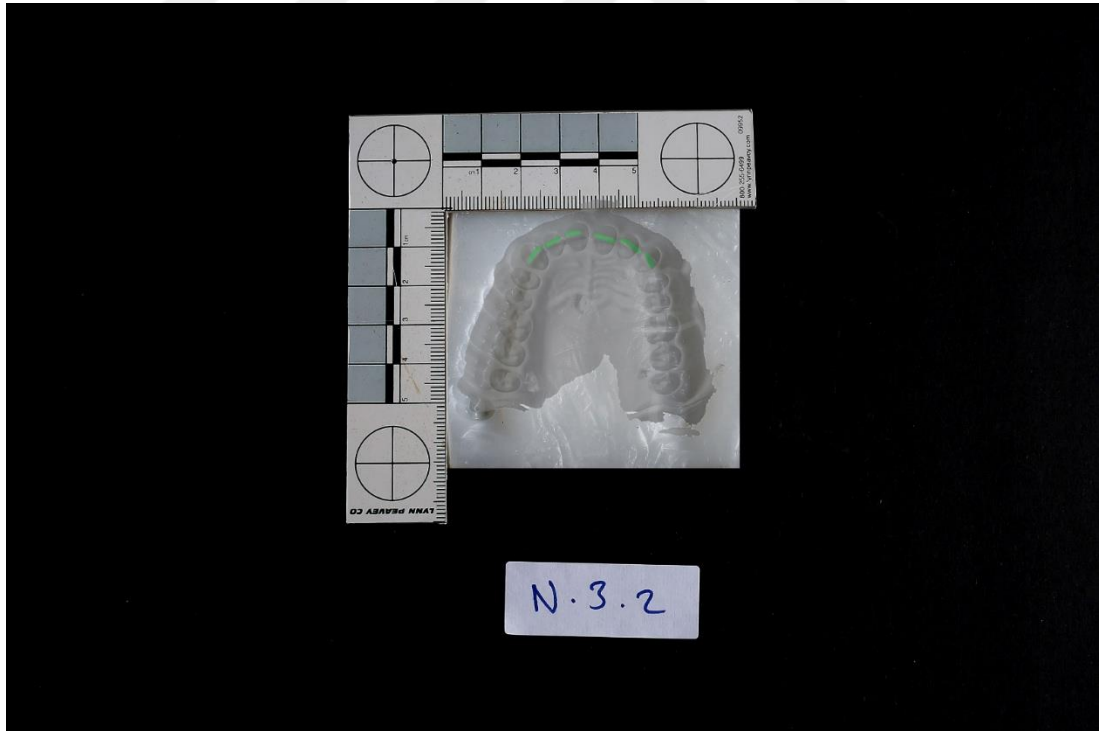
Şekil 3.99. N.3.1. Alt çene çakıştırma



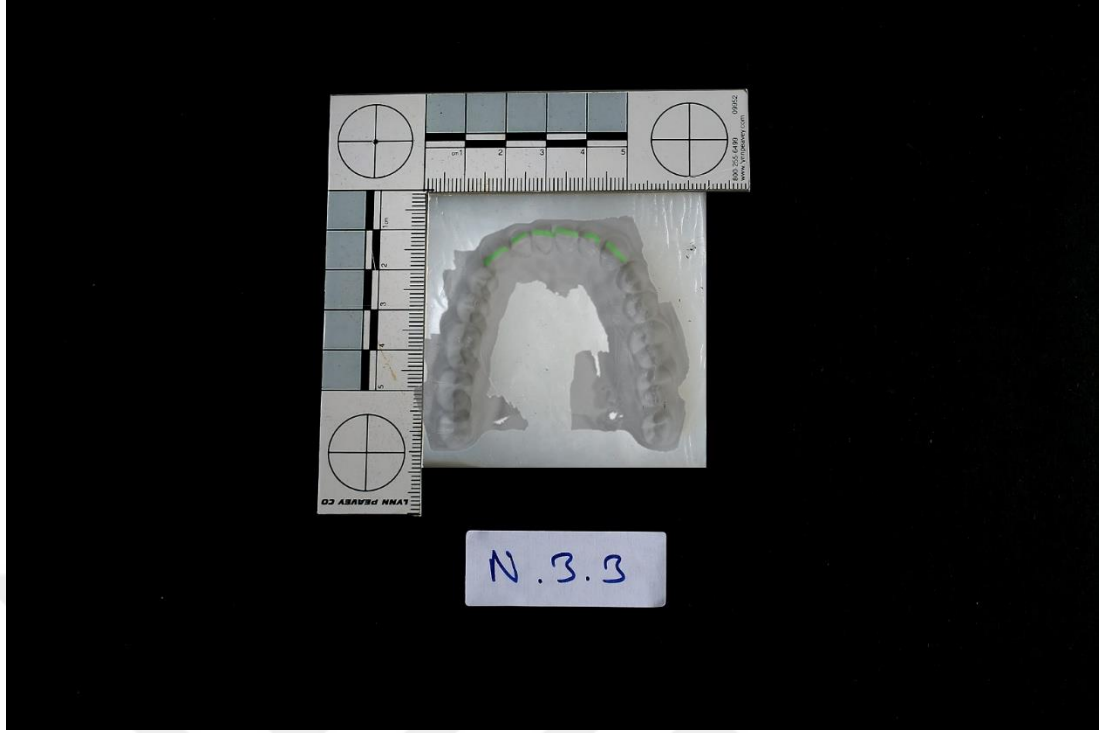
Şekil 3.100. N.3.1. Üst çene çakıştırma



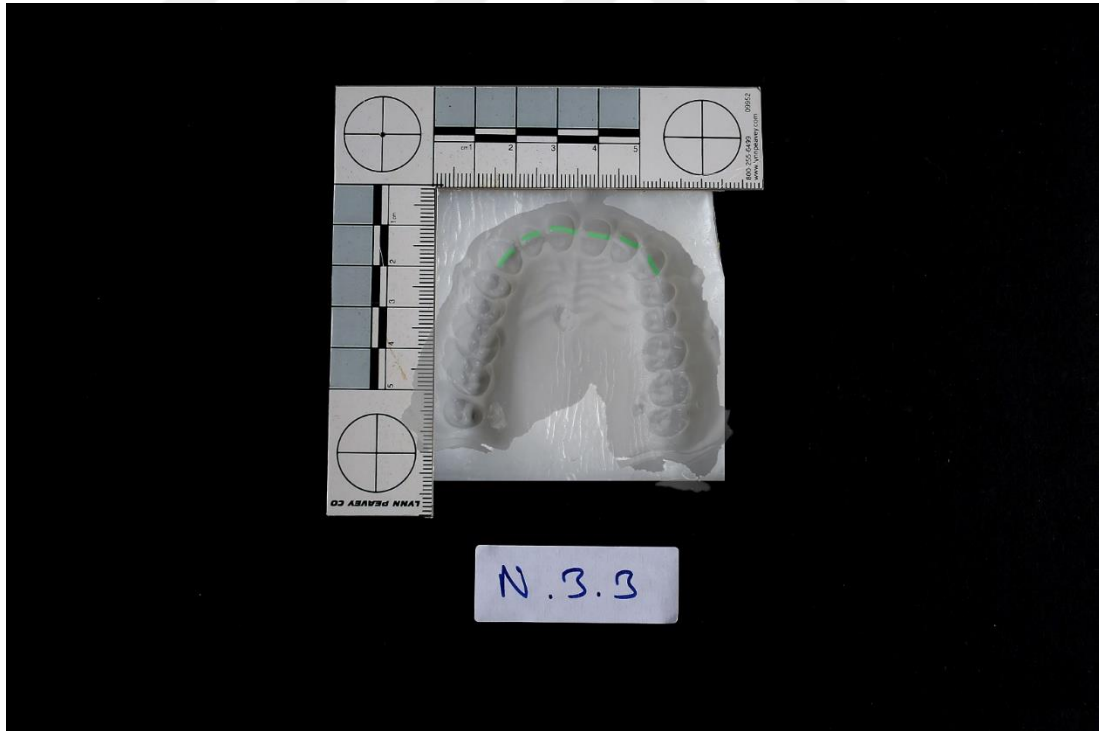
Şekil 3.101. N.3.2. Alt çene çakıştırma



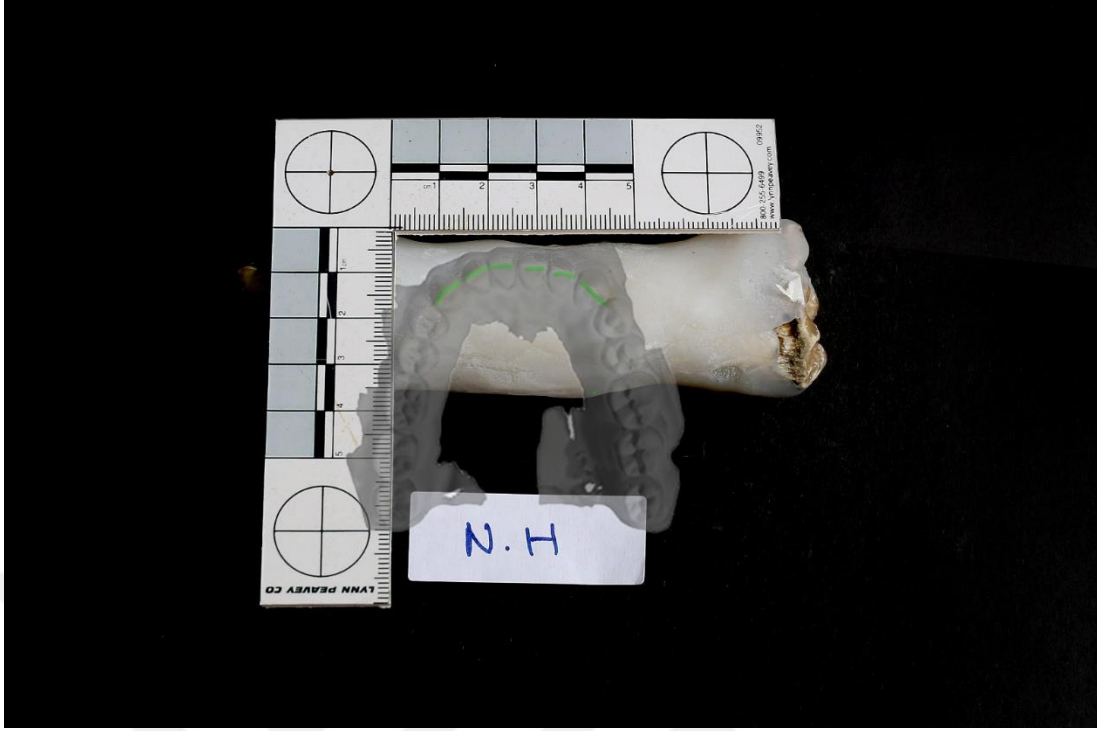
Şekil 3.102. N.3.2. Üst çene çakıştırma



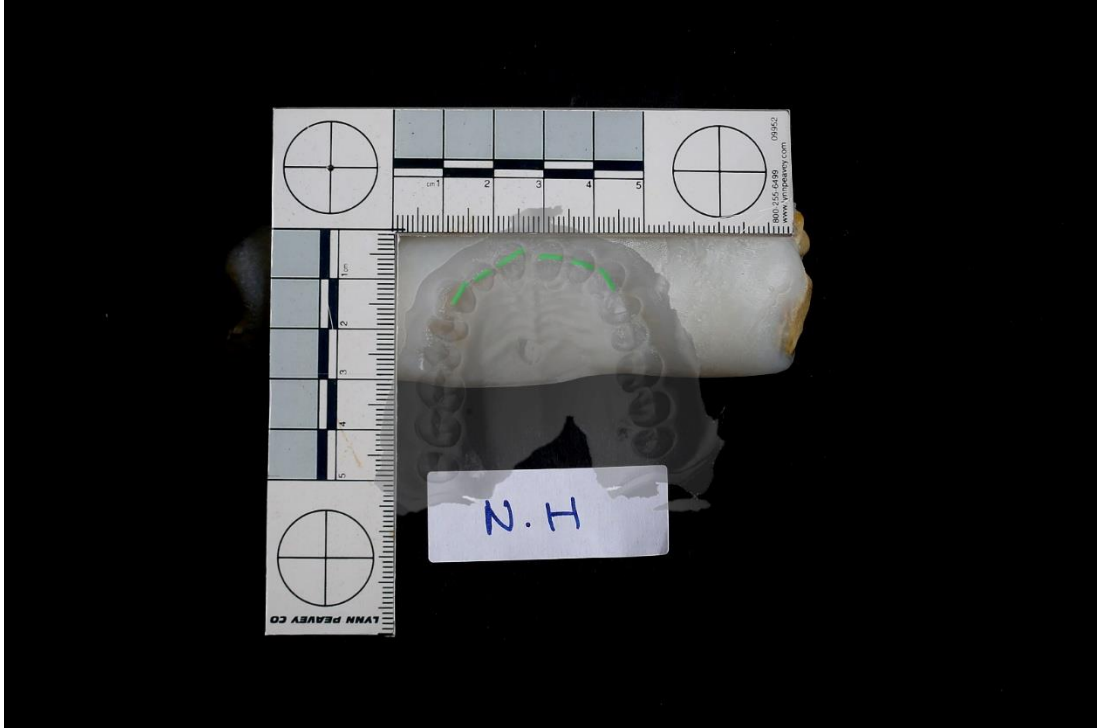
Şekil 3.103. N.3.3. Alt çene çakıştırma



Şekil 3.104. N.3.3. Üst çene çakıştırma



Şekil 3.105. N.H. Alt çene çakıştırma



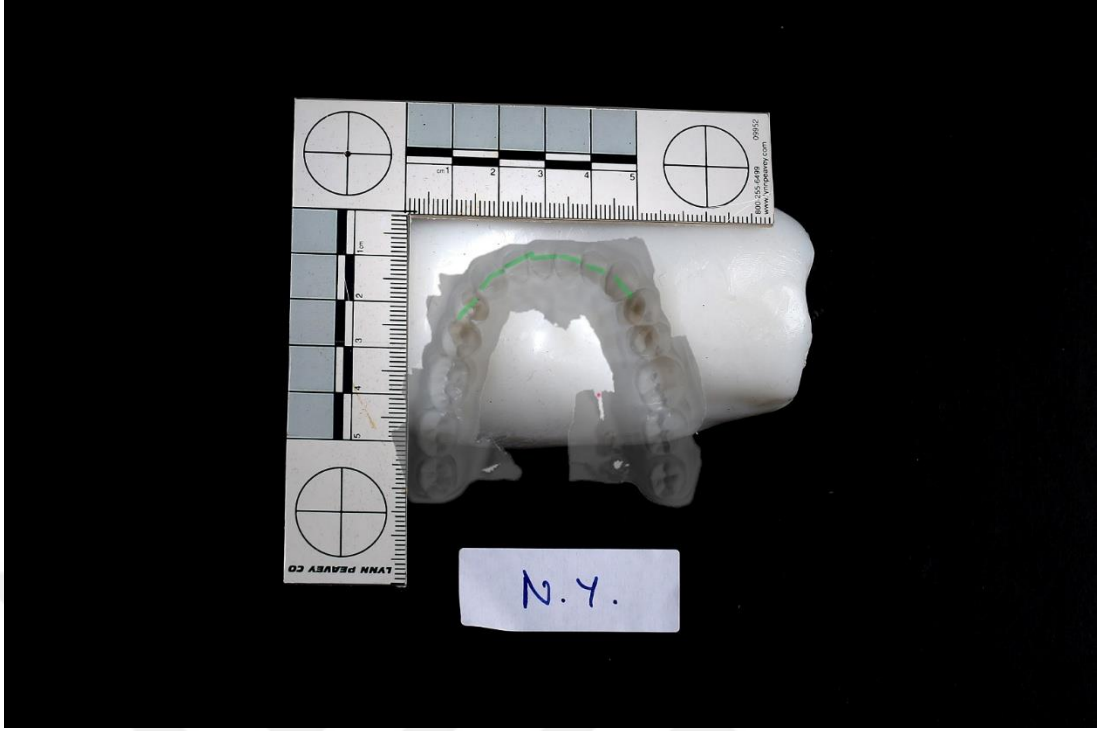
Şekil 3.106. N.H. Üst çene çakıştırma



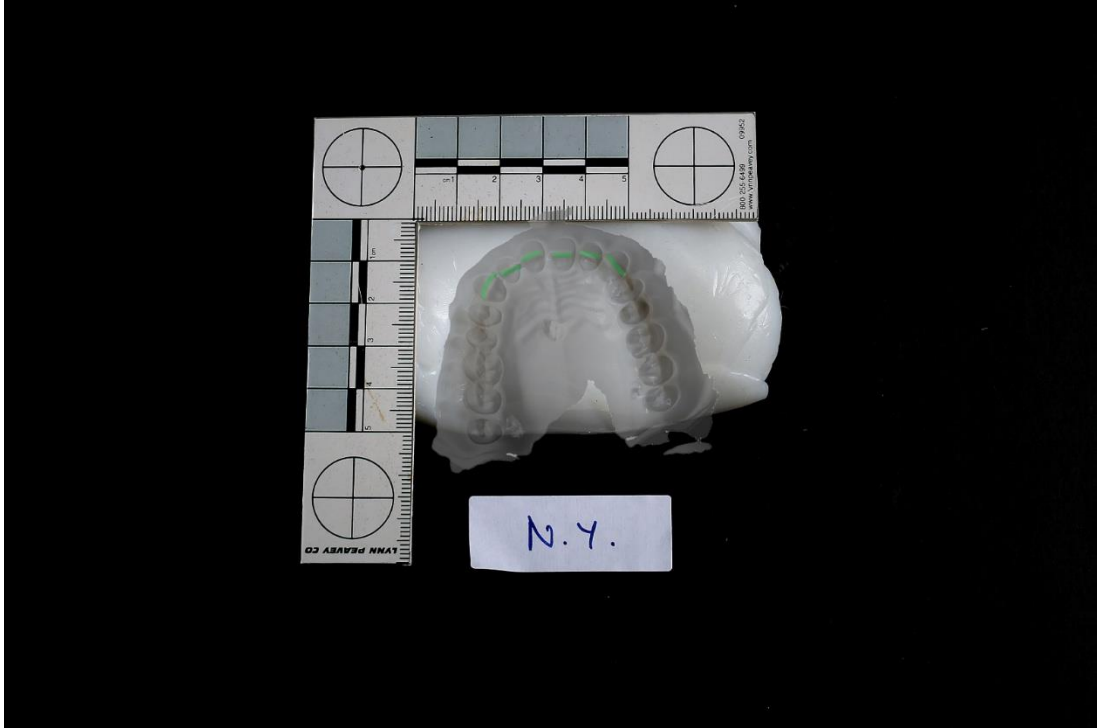
Şekil 3.107. N.O. Alt çene çakıştırma



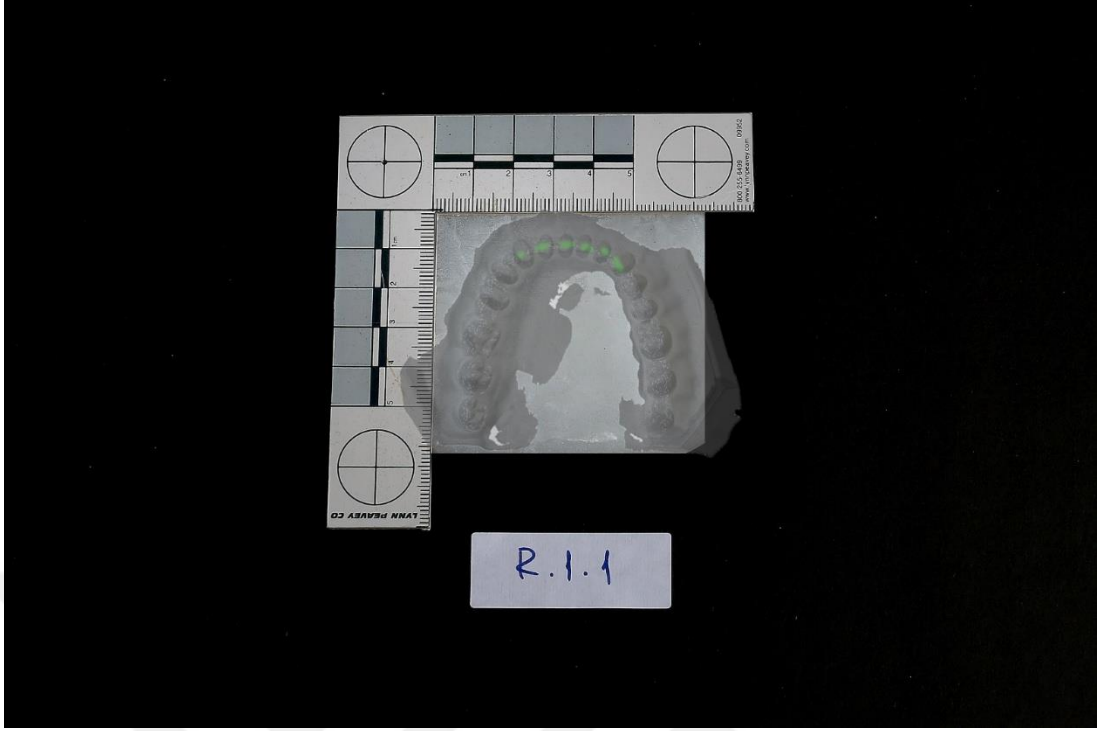
Şekil 3.108. N.O. Üst çene çakıştırma



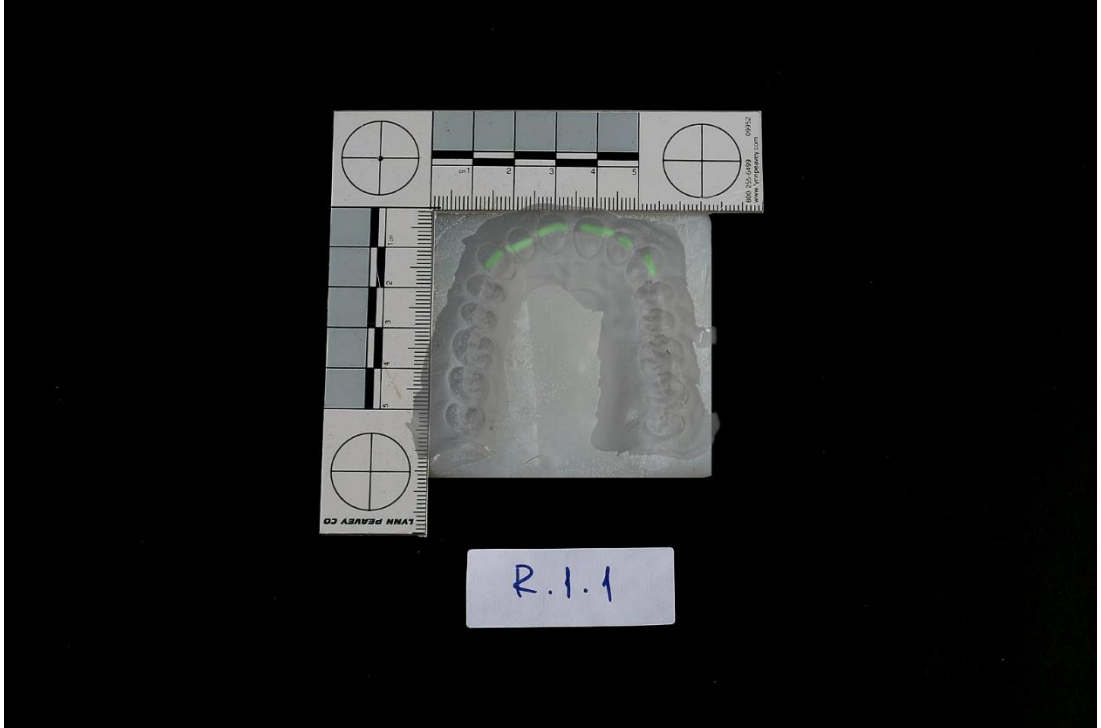
Şekil 3.109. N.Y. Alt çene çakıştırma



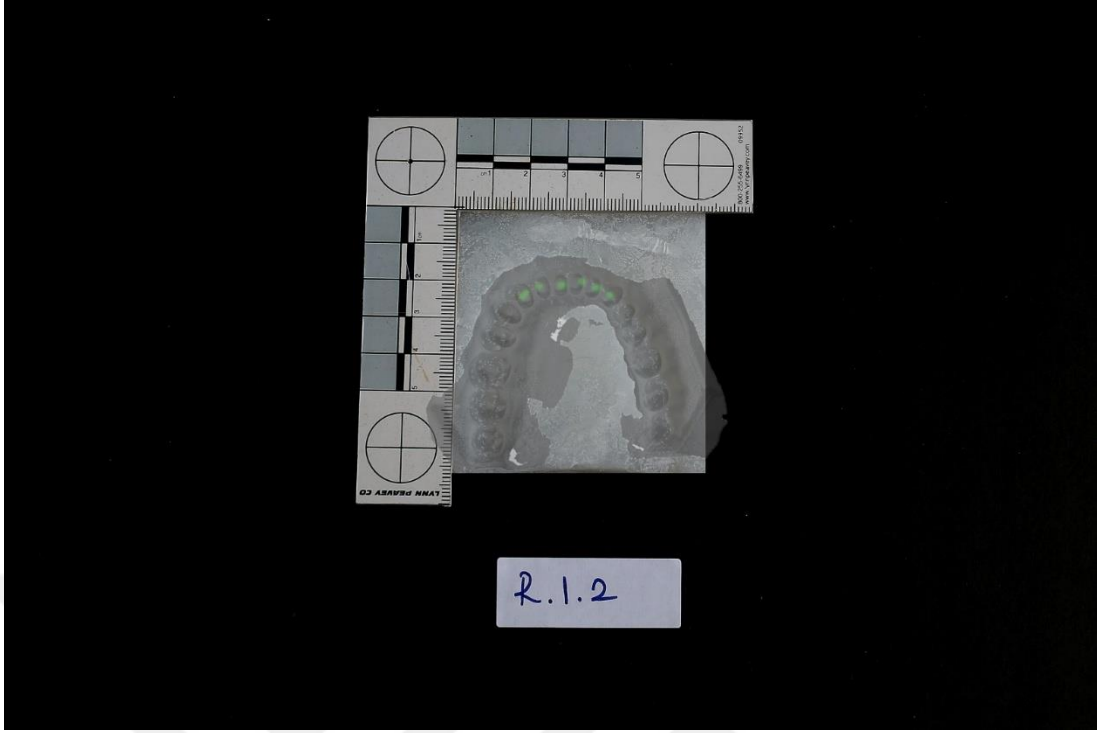
Şekil 3.110. N.Y. Üst çene çakıştırma



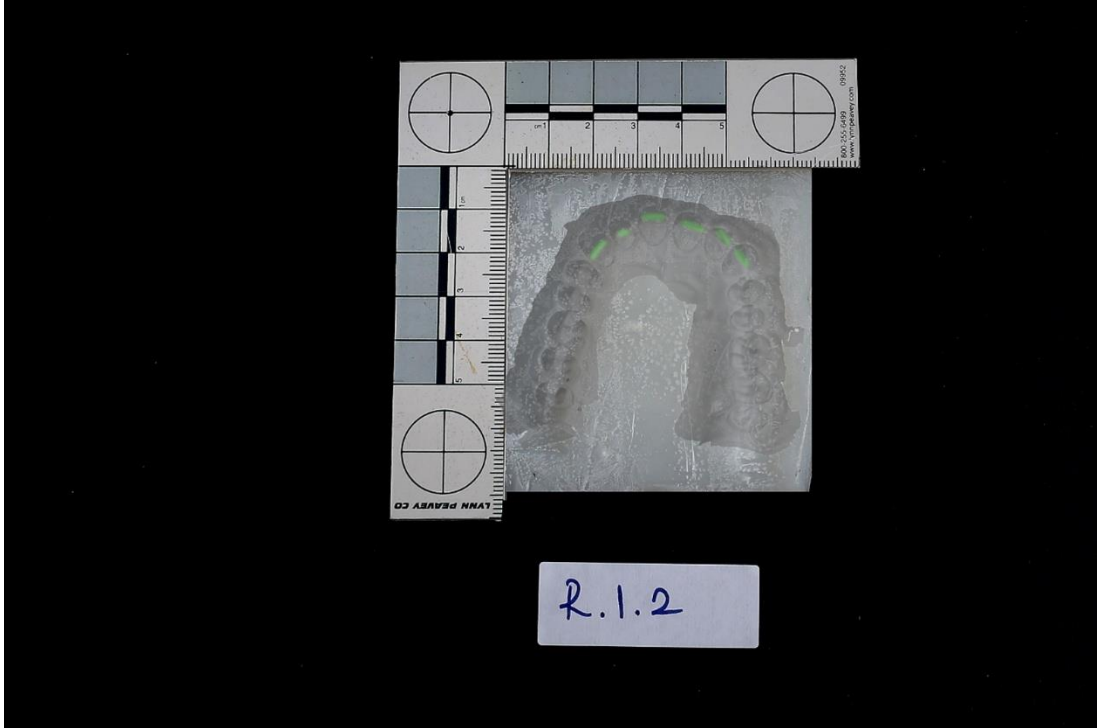
Şekil 3.111. R.1.1. Alt çene çakıştırma



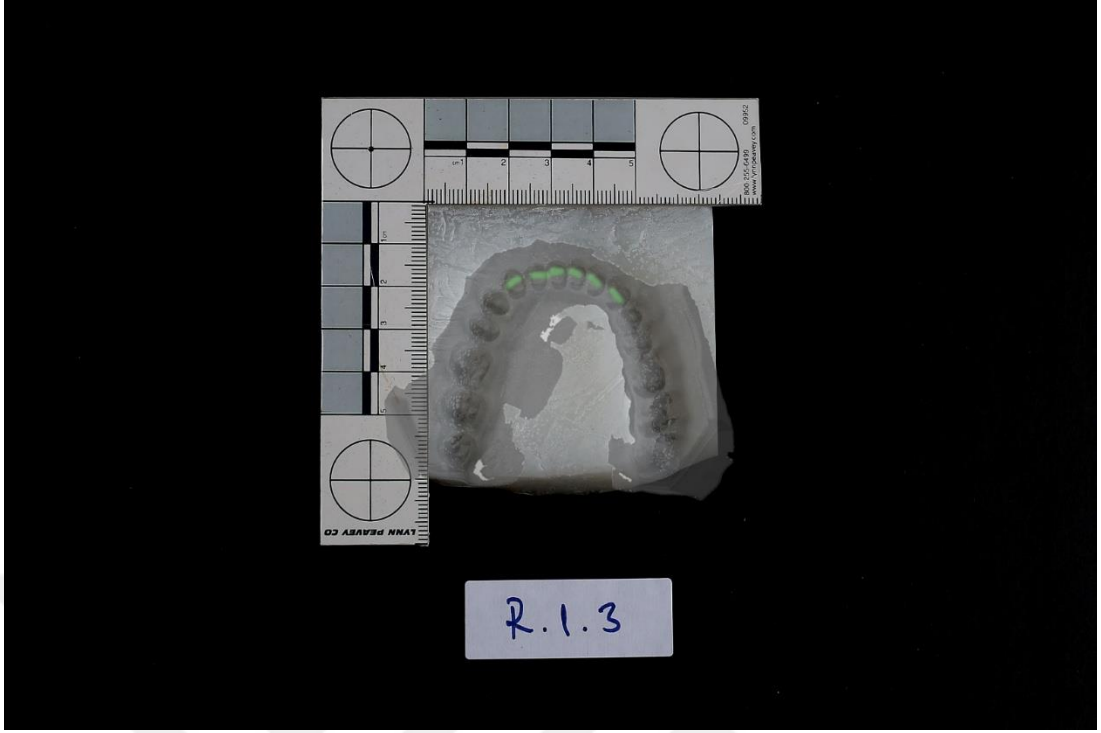
Şekil 3.112. R.1.1. Üst çene çakıştırma



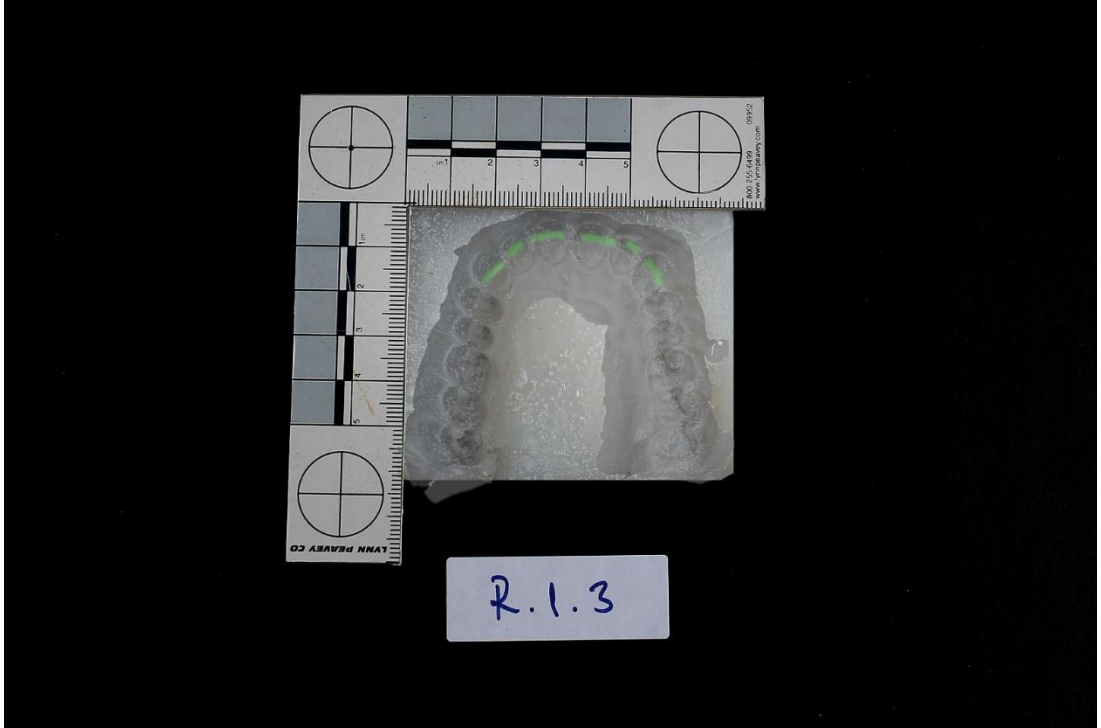
Şekil 3.113. R.1.2. Alt çene çakıştırma



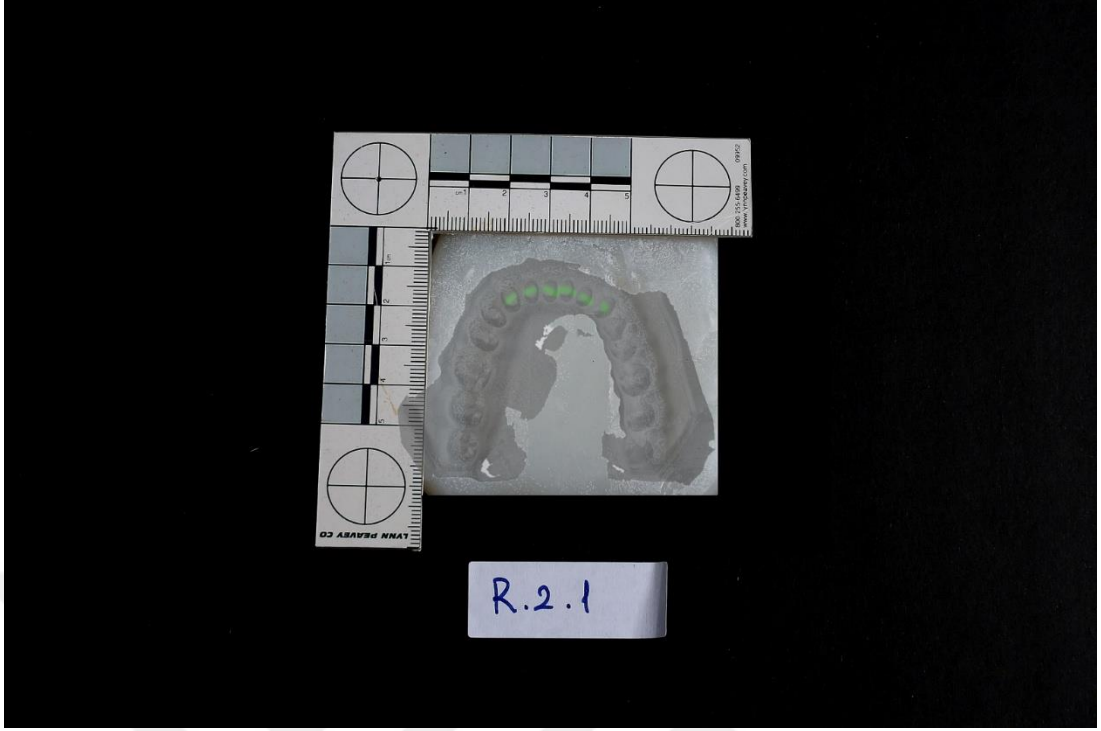
Şekil 3.114. R.1.2. Üst çene çakıştırma



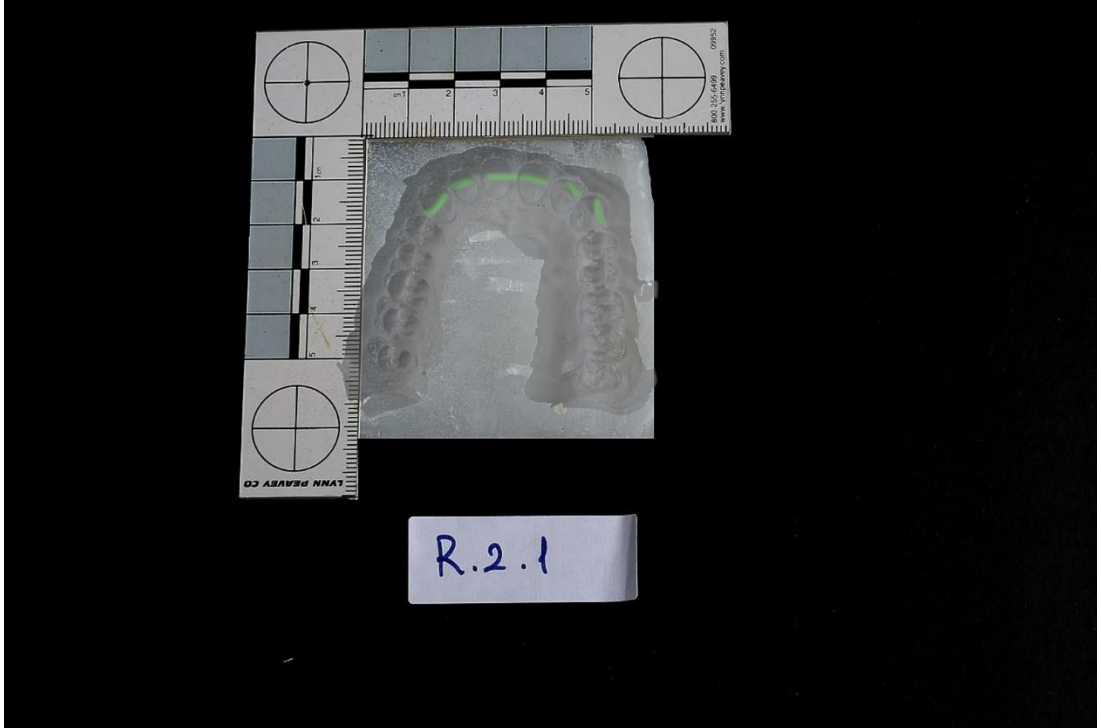
Şekil 3.115. R.1.3. Alt çene çakıştırma



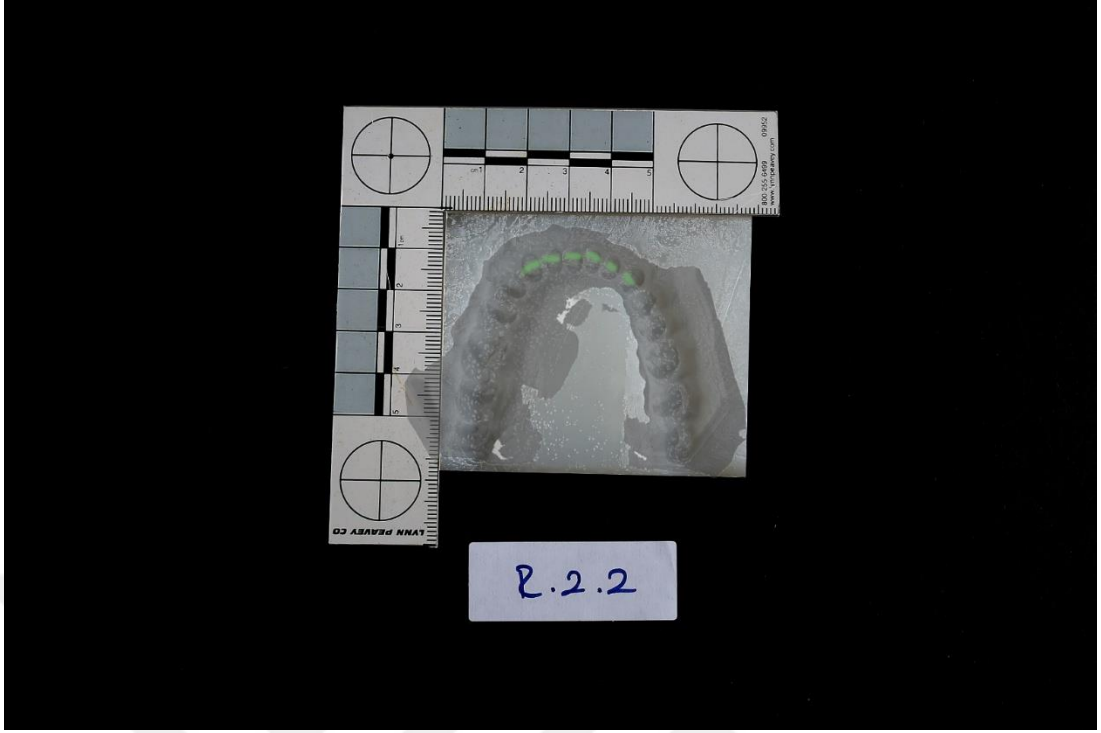
Şekil 3.116. R.1.3. Üst çene çakıştırma



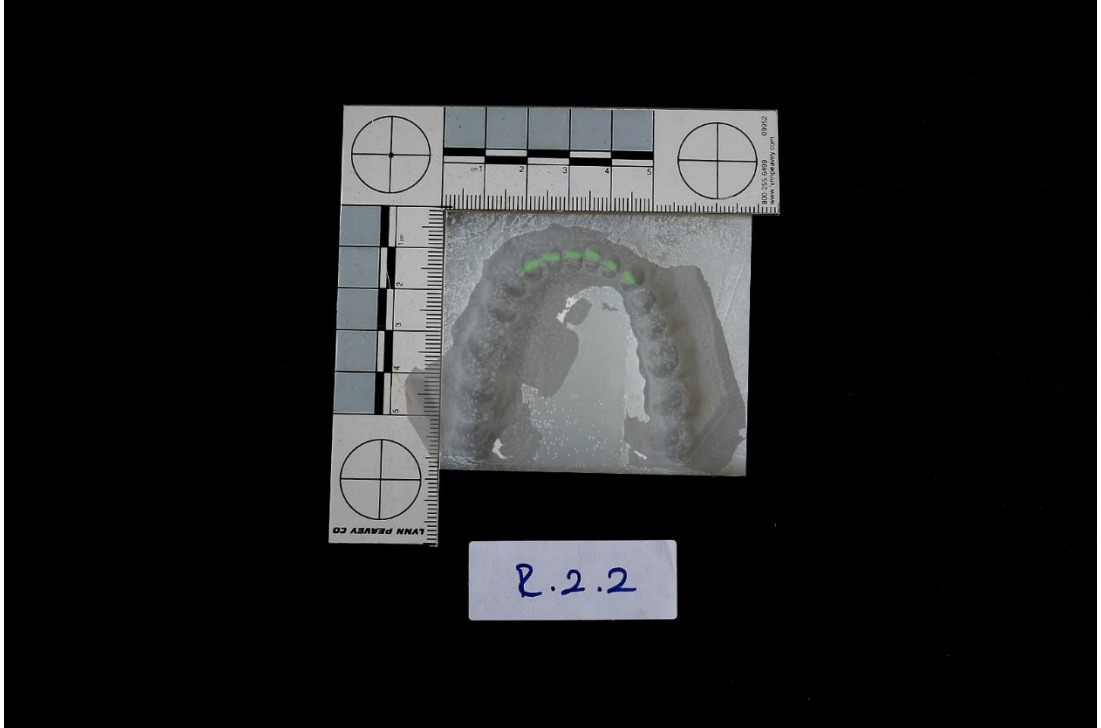
Şekil 3.117. R.2.1. Alt çene çakıştırma



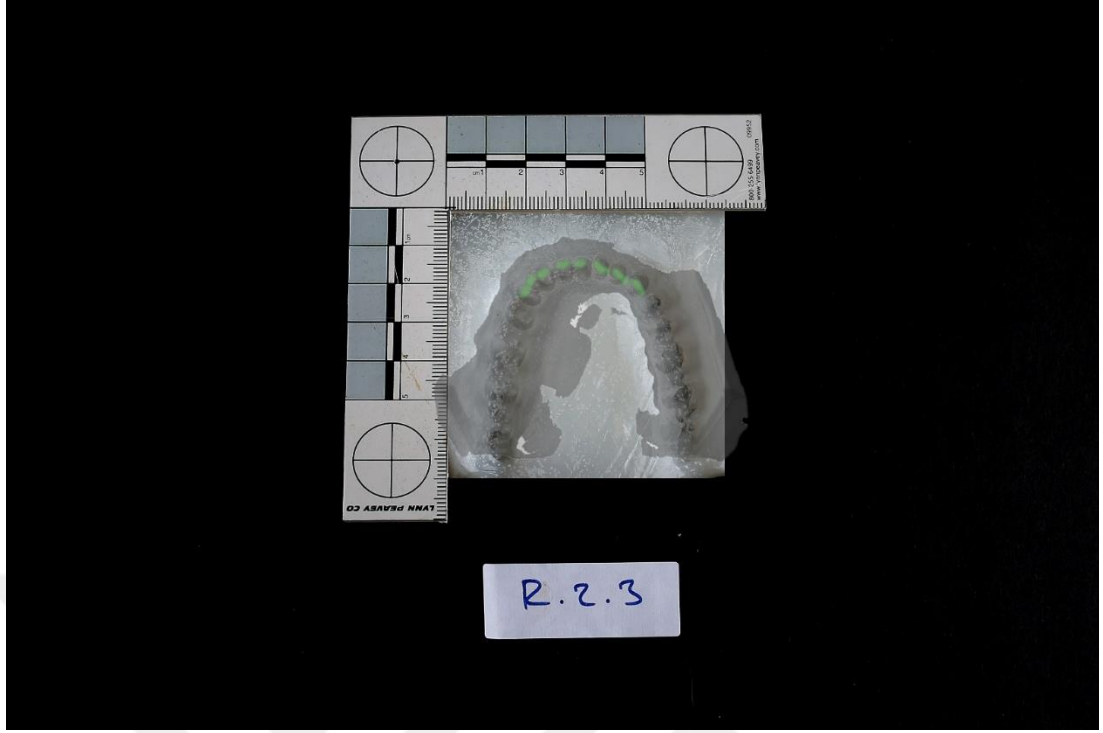
Şekil 3.118. R.2.1. Üst çene çakıştırma



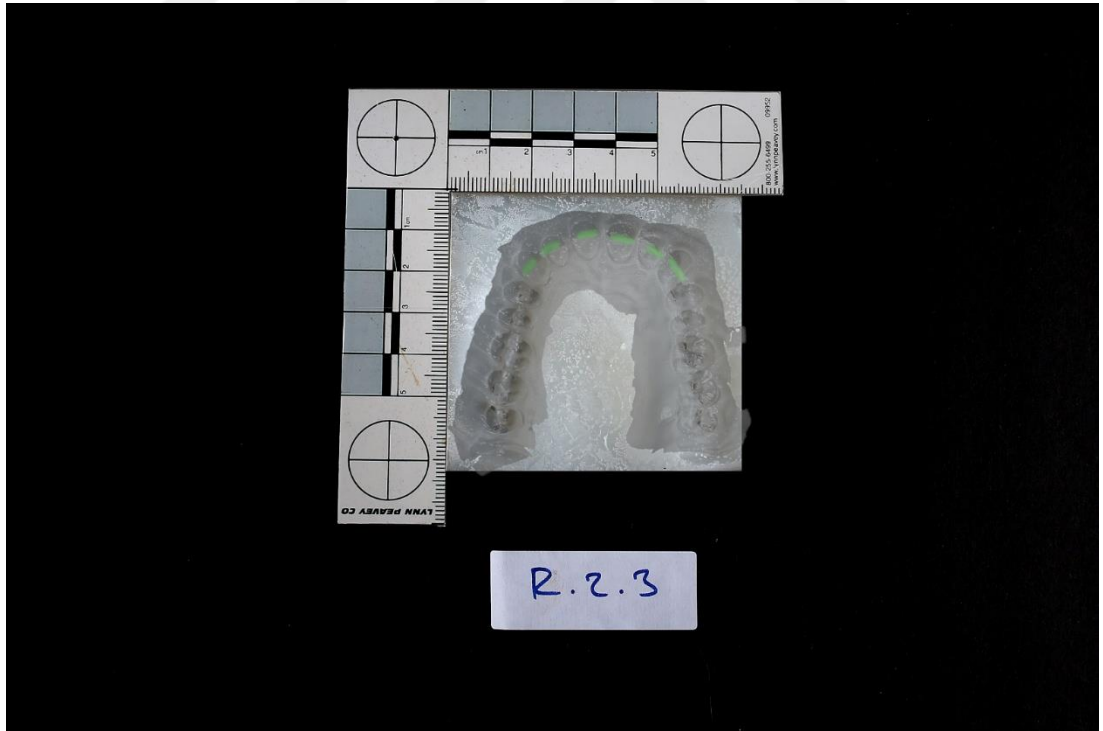
Şekil 3.119. R.2.2. Alt çene çakıştırma



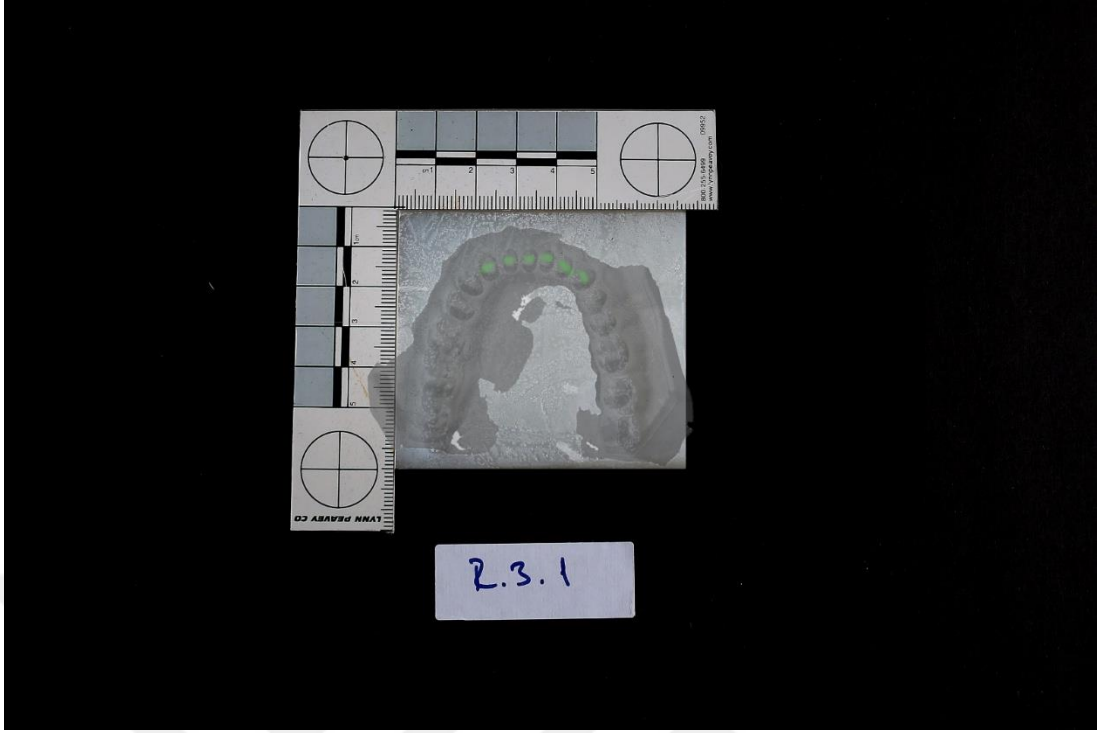
Şekil 3.120. R.2.2. Üst çene çakıştırma



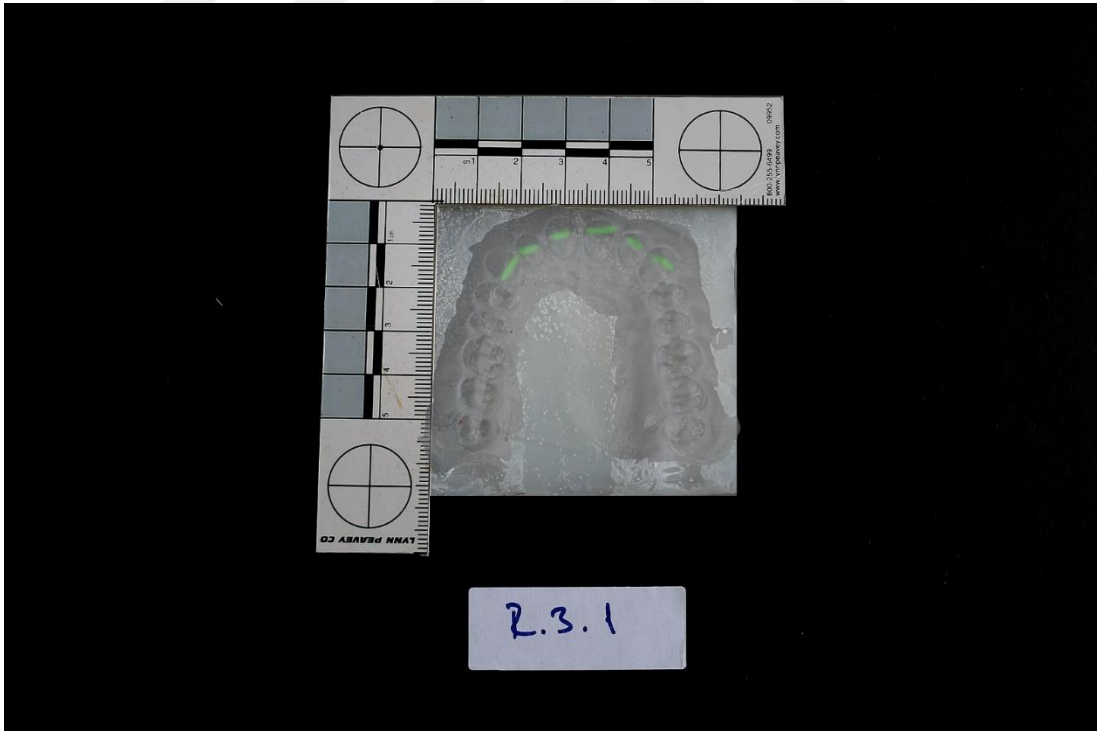
Şekil 3.121. R.2.3. Alt çene çakıştırma



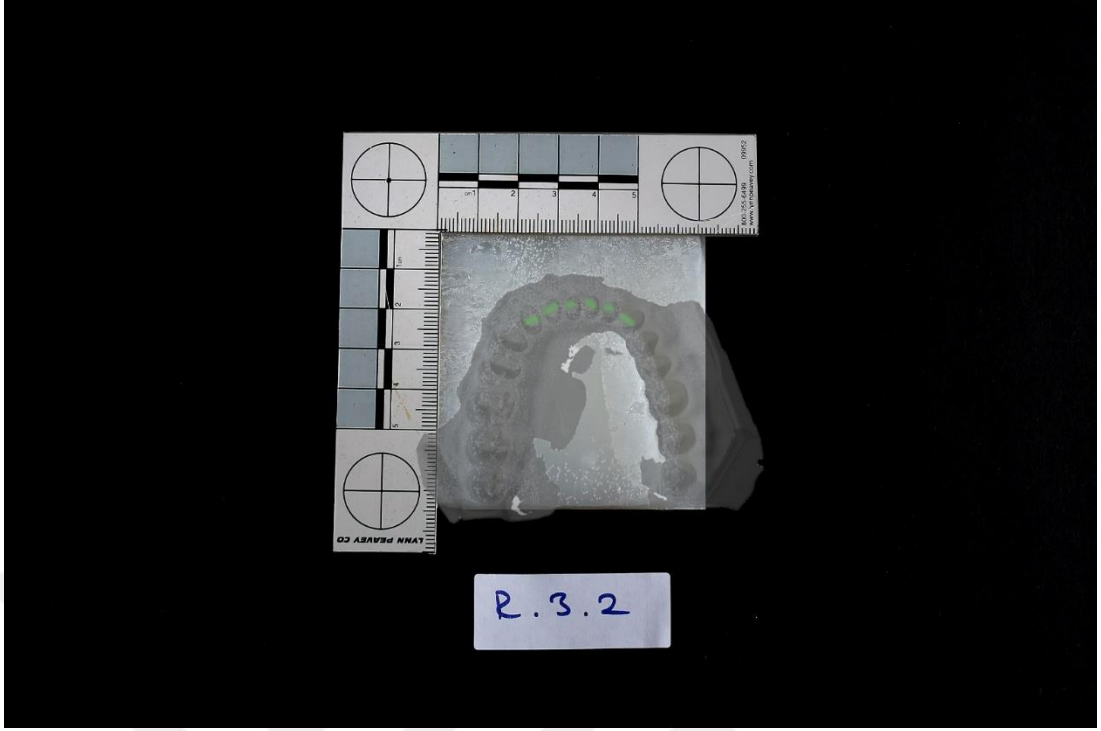
Şekil 3.122. R.2.3. Üst çene çakıştırma



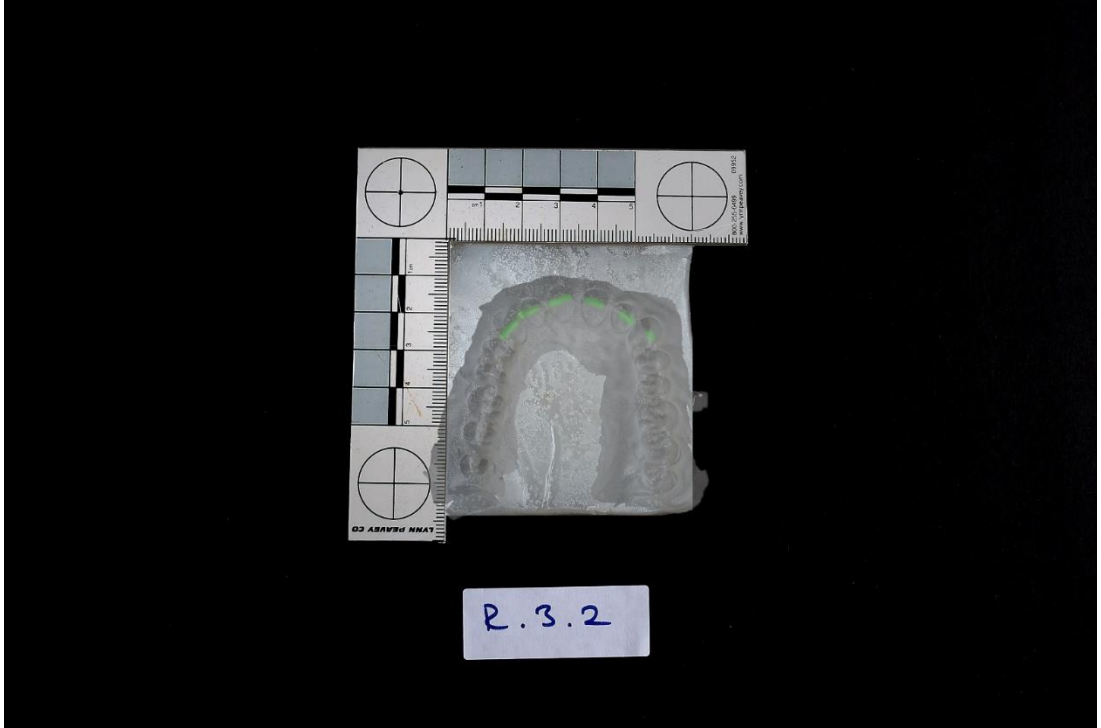
Şekil 3.123. R.3.1. Alt çene çakıştırma



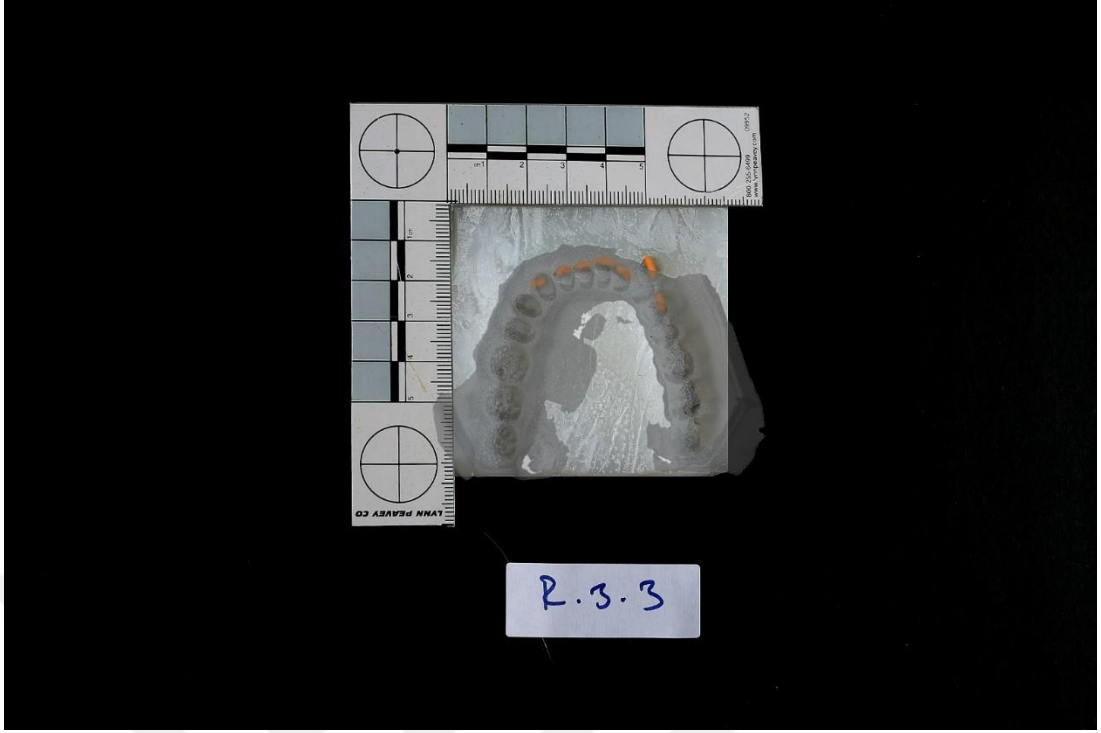
Şekil 3.124. R.3.1. Üst çene çakıştırma



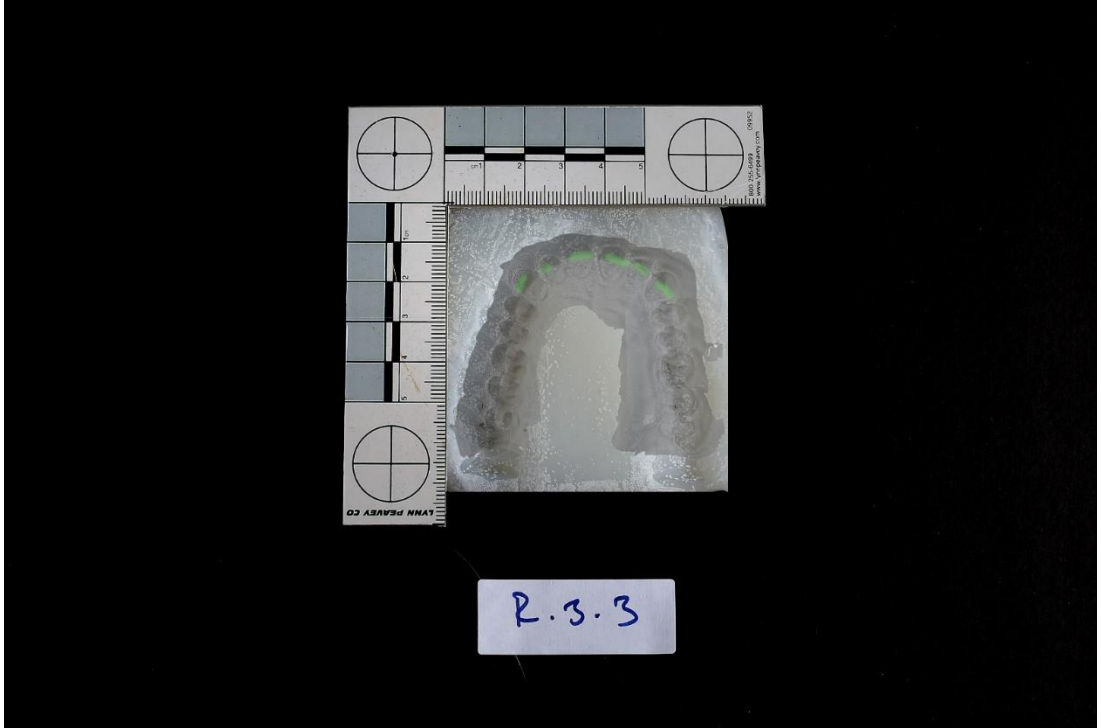
Şekil 3.125. R.3.2. Alt çene çakıştırma



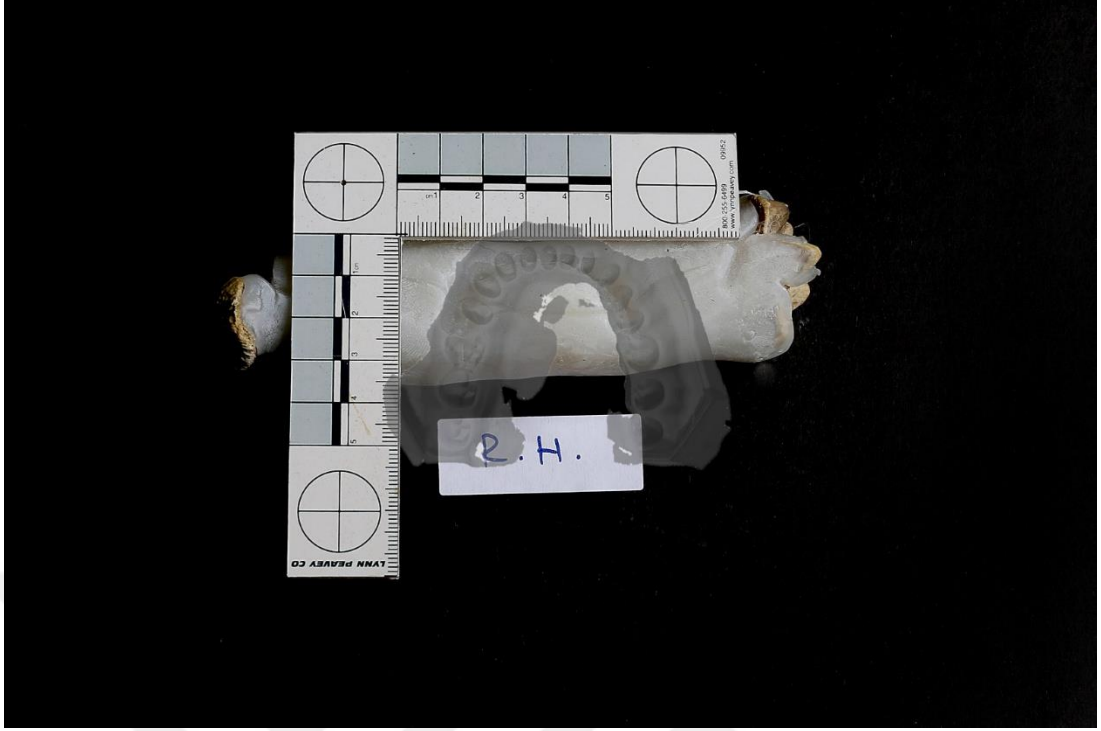
Şekil 3.126. R.3.2. Üst çene çakıştırma



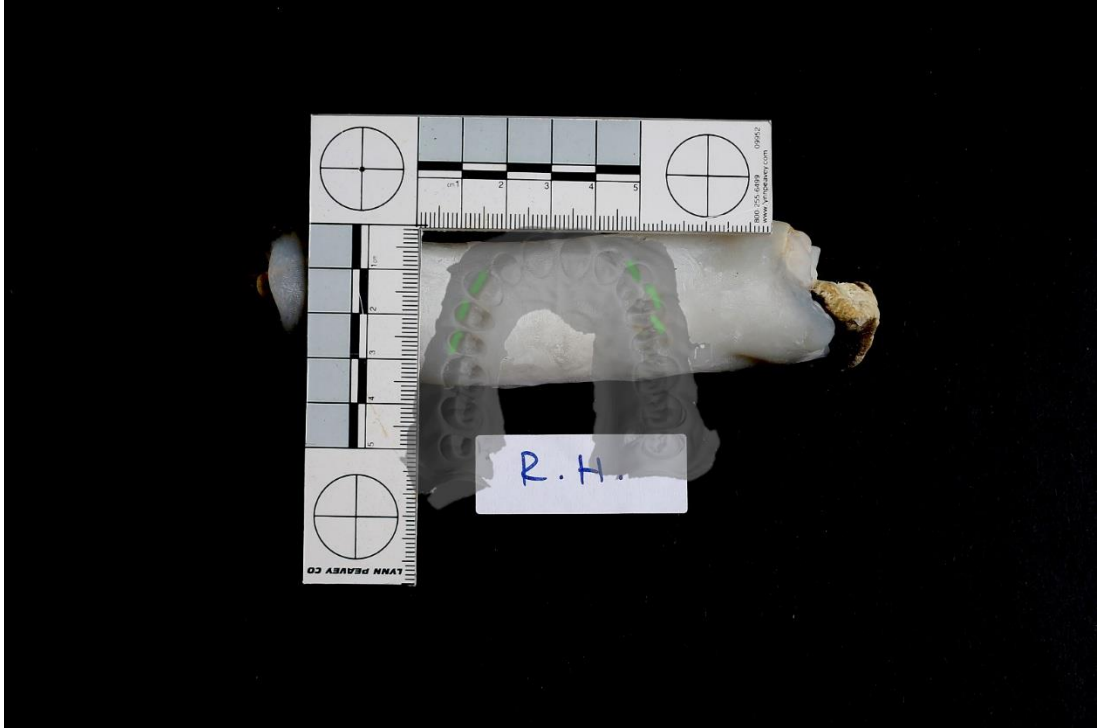
Şekil 3.127. R.3.3. Alt çene çakıştırma



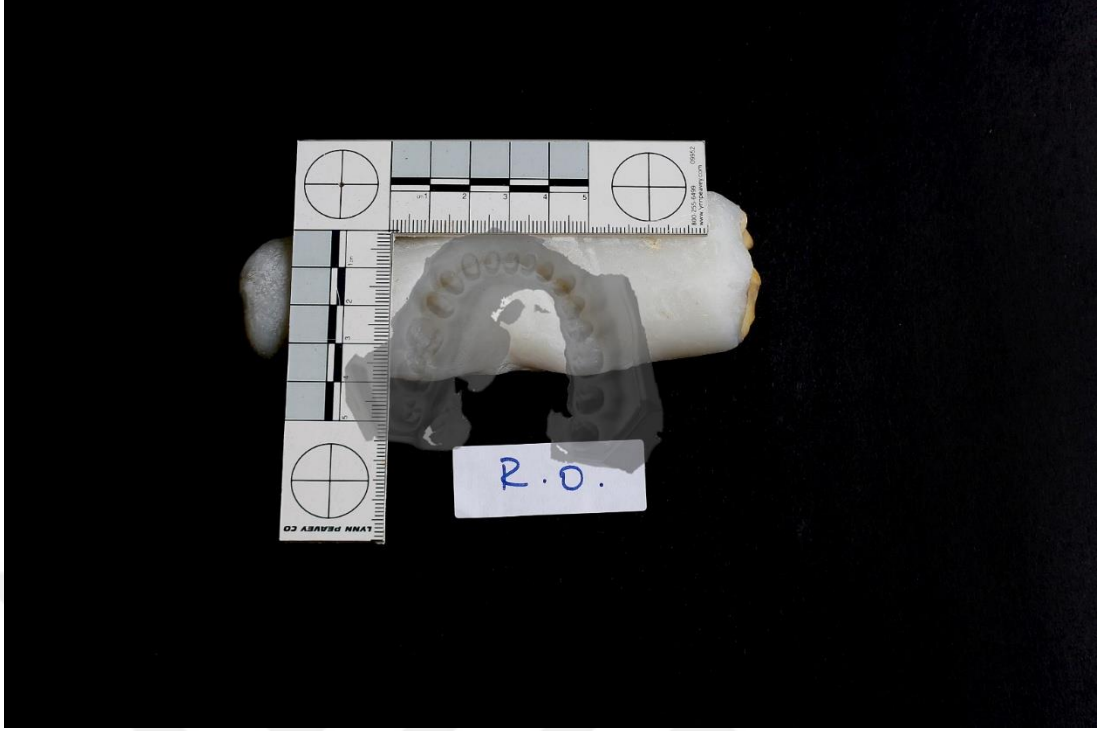
Şekil 3.128. R.3.3. Üst çene çakıştırma



Şekil 3.129. R.H. Alt çene çakıştırma



Şekil 3.130. R.H. Üst çene çakıştırma



Şekil 3.131. R.O. Alt çene çakıştırma



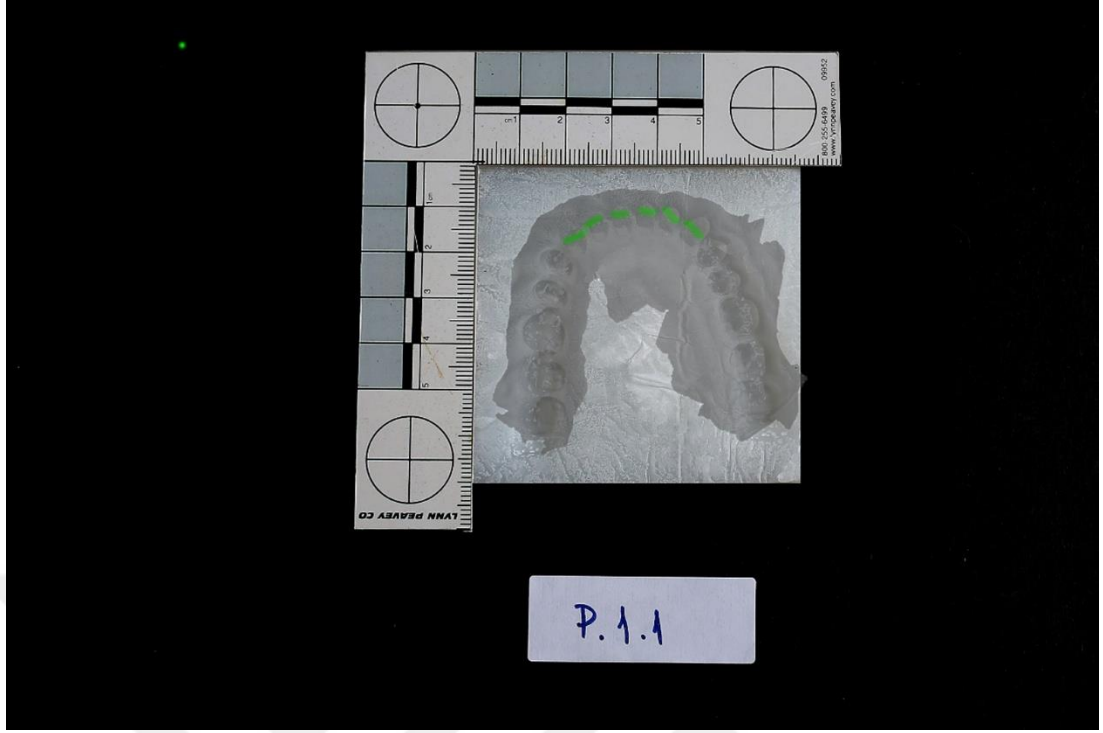
Şekil 3.132. R.O. Üst çene çakıştırma



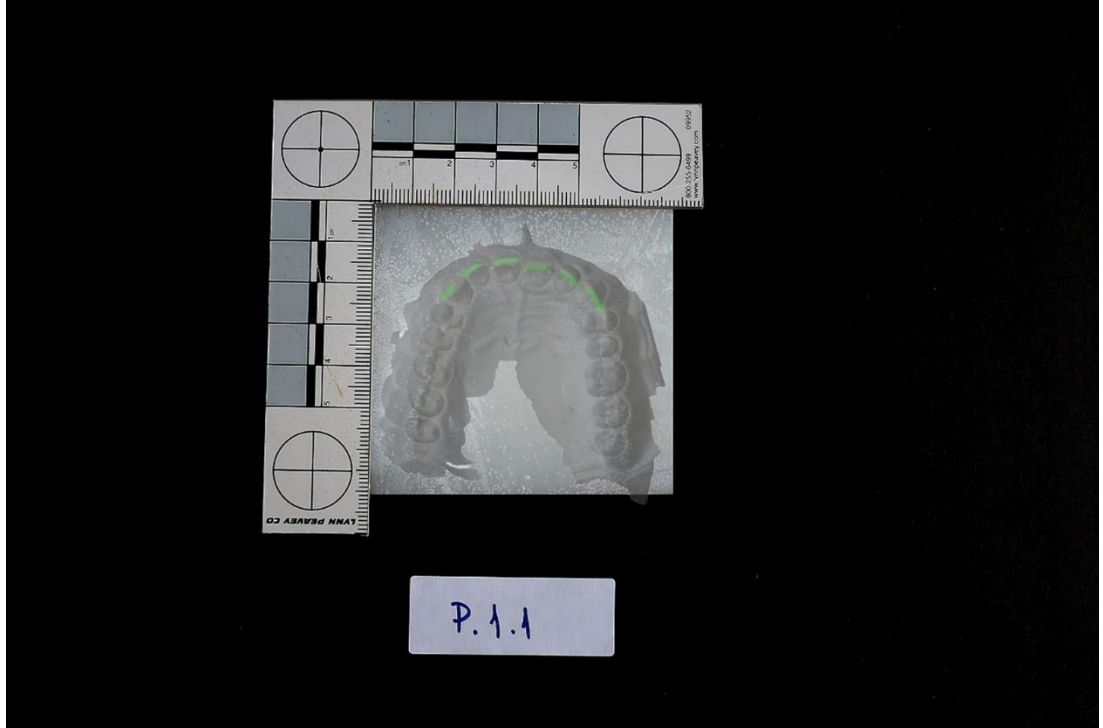
Şekil 3.133. R.Y. Alt çene çakıştırma



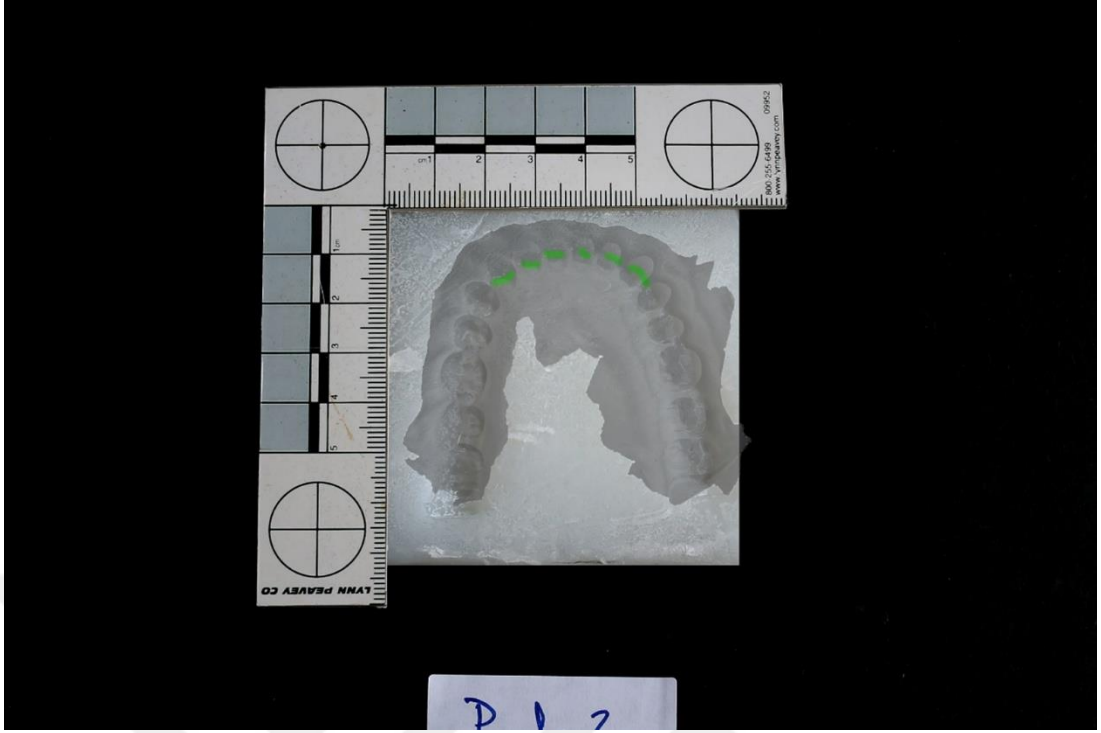
Şekil 3.134. R.Y. Üst çene çakıştırma



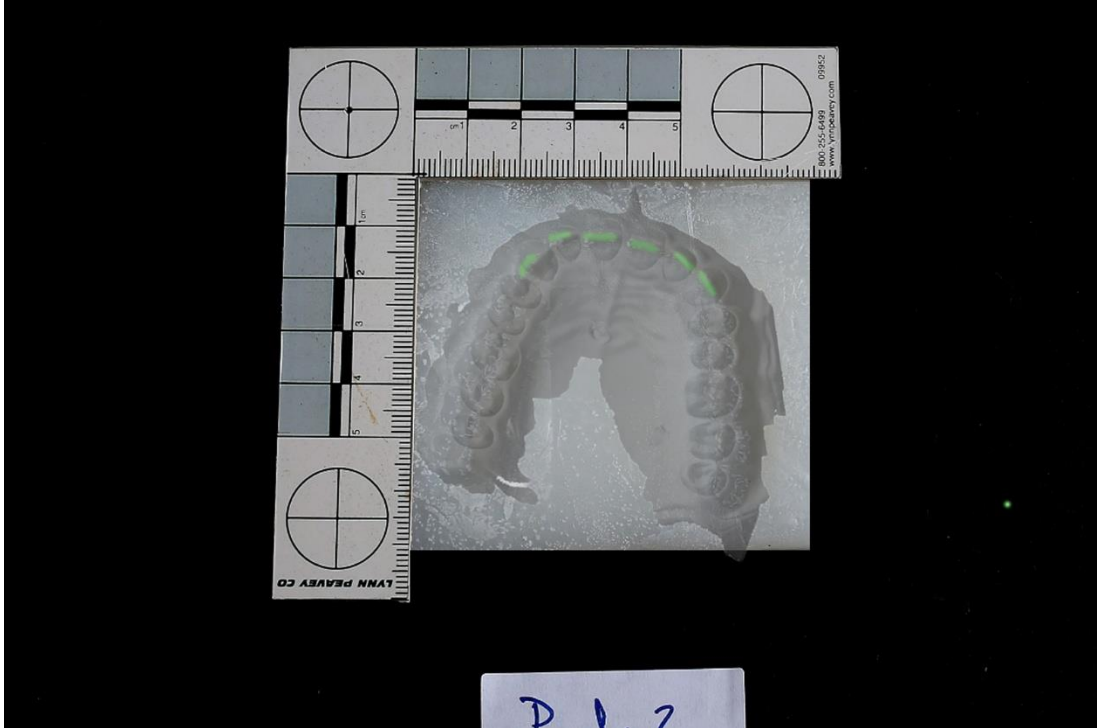
Şekil 3.135. P.1.1. Alt çene çakıştırma



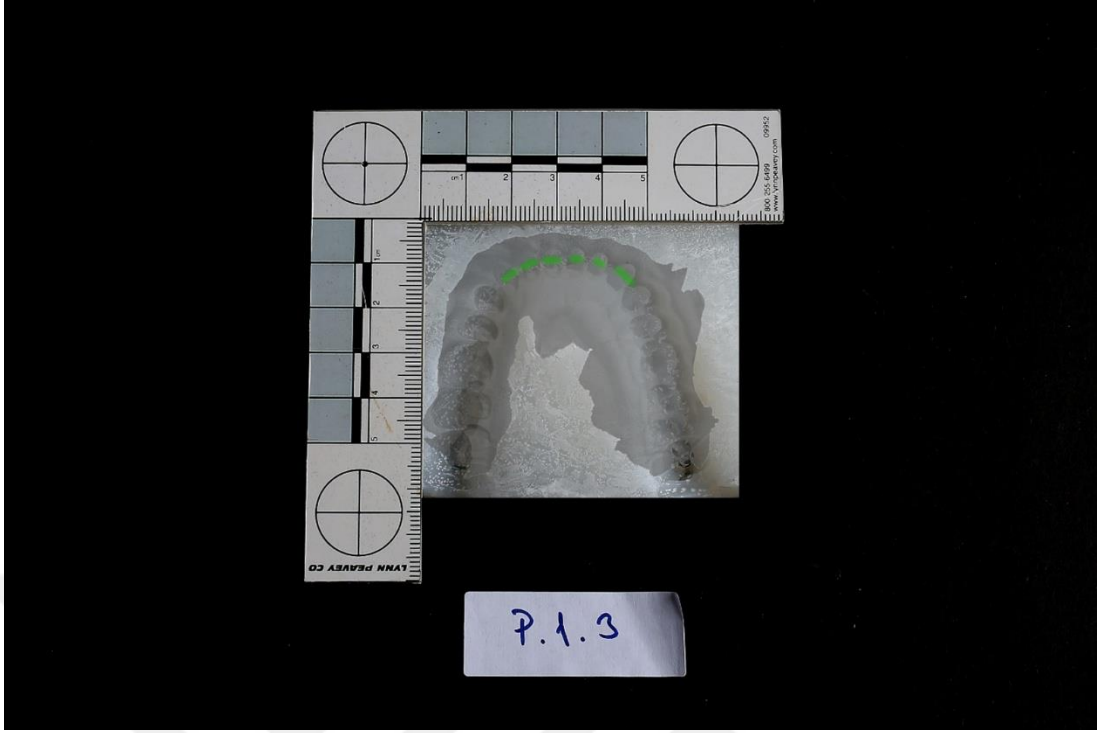
Şekil 3.136. P.1.1. Üst çene çakıştırma



Şekil 3.137. P.1.2. Alt çene çakıştırma



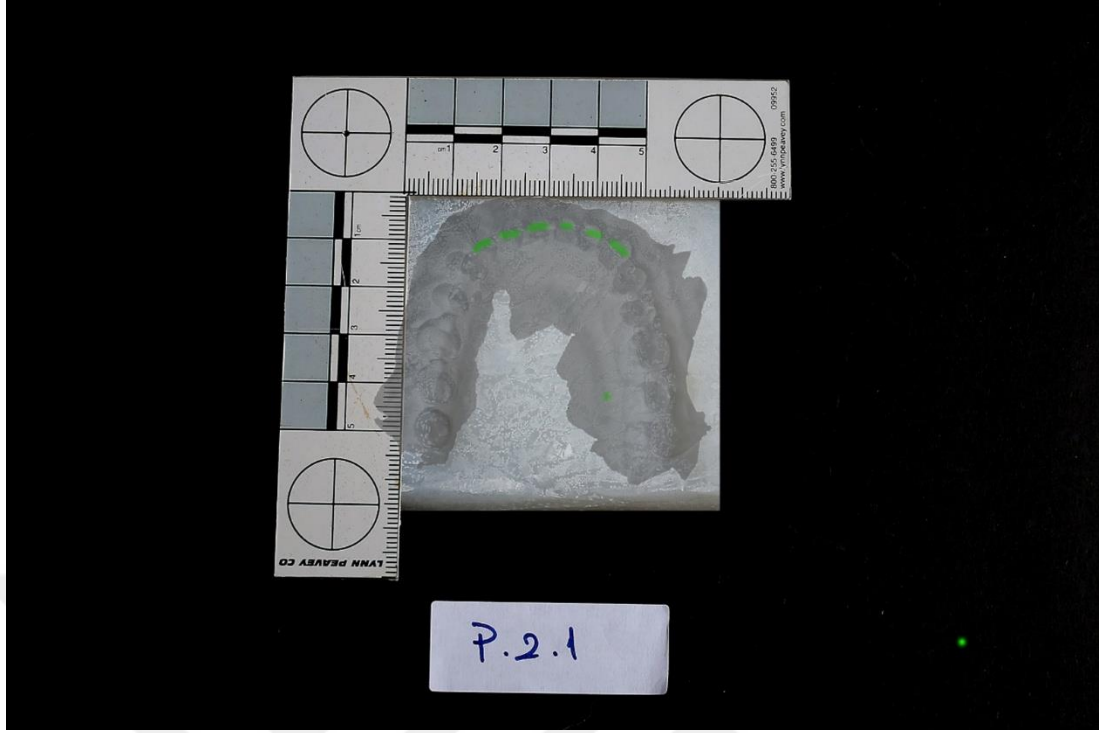
Şekil 3.138. P.1.2. Üst çene çakıştırma



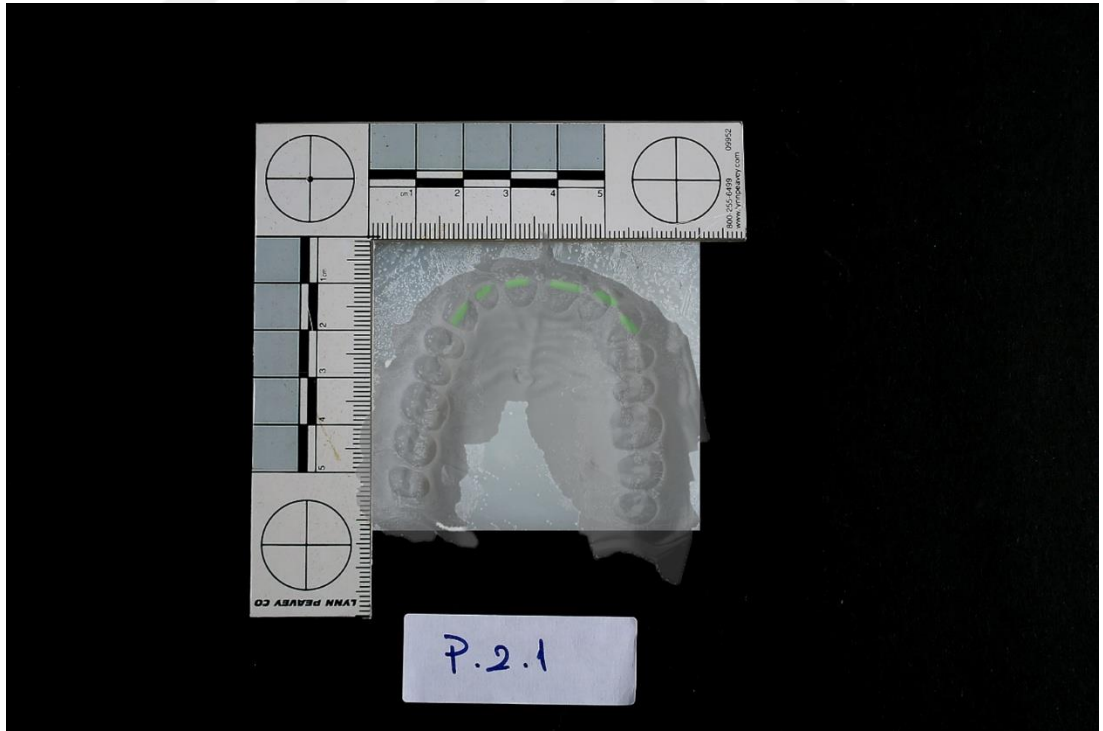
Şekil 3.139. P.1.3. Alt çene çakıştırma



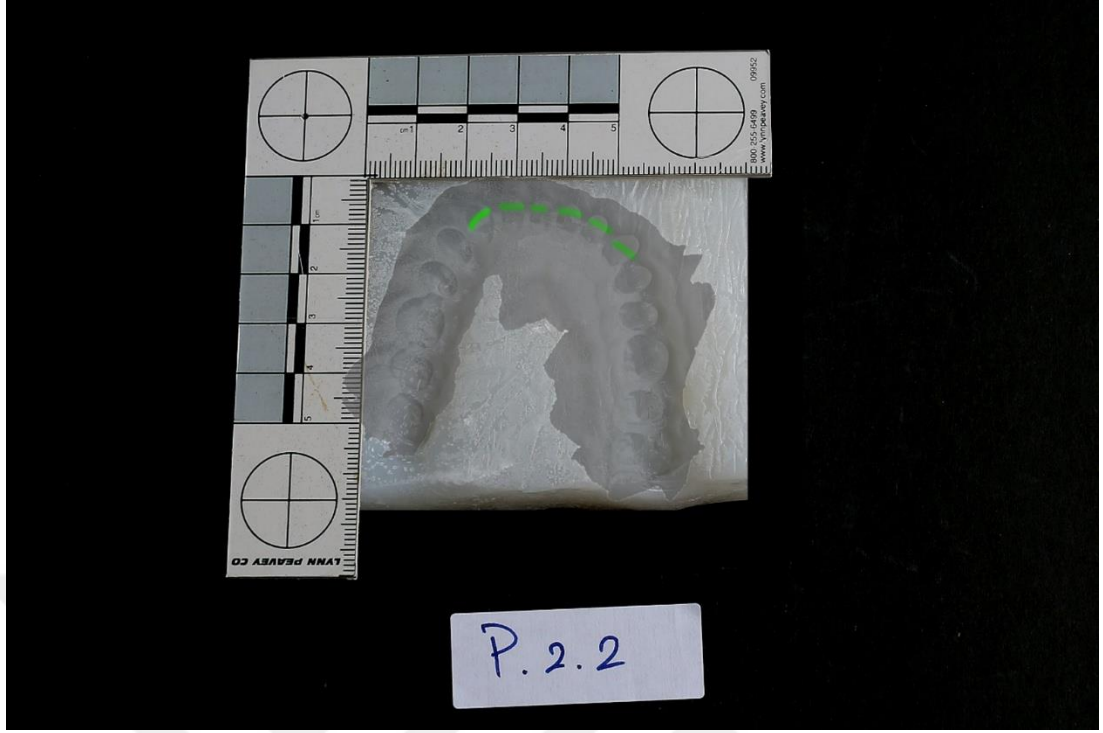
Şekil 3.140. P.1.3. Üst çene çakıştırma



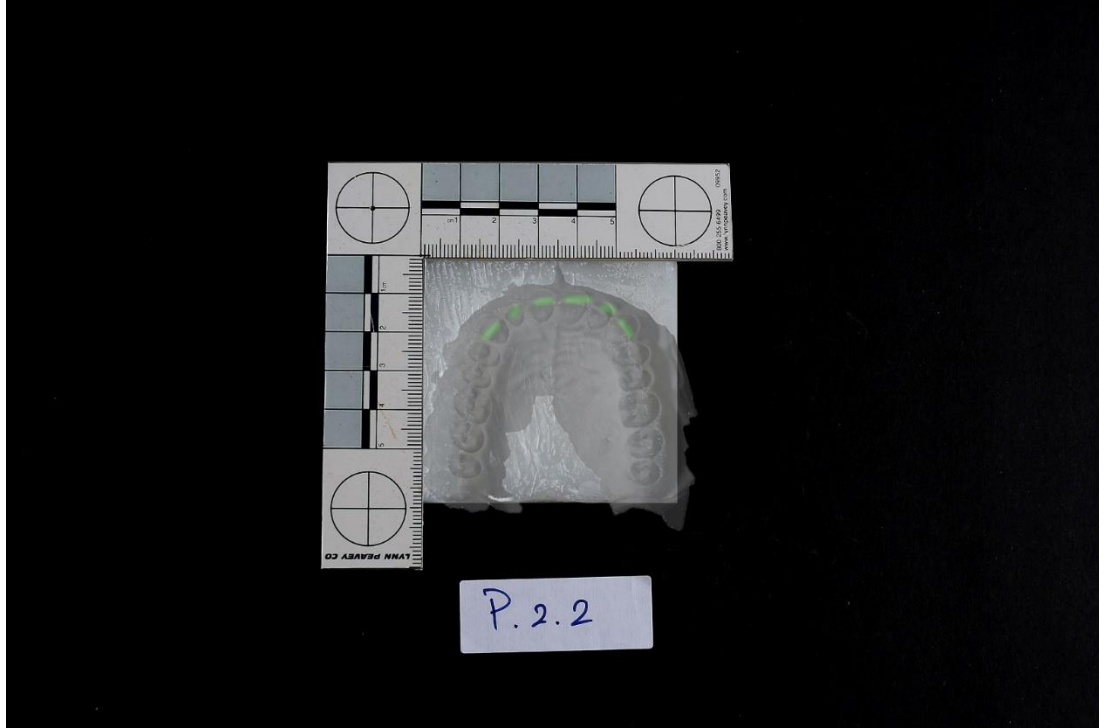
Şekil 3.141. P.2.1. Alt çene çakıştırma



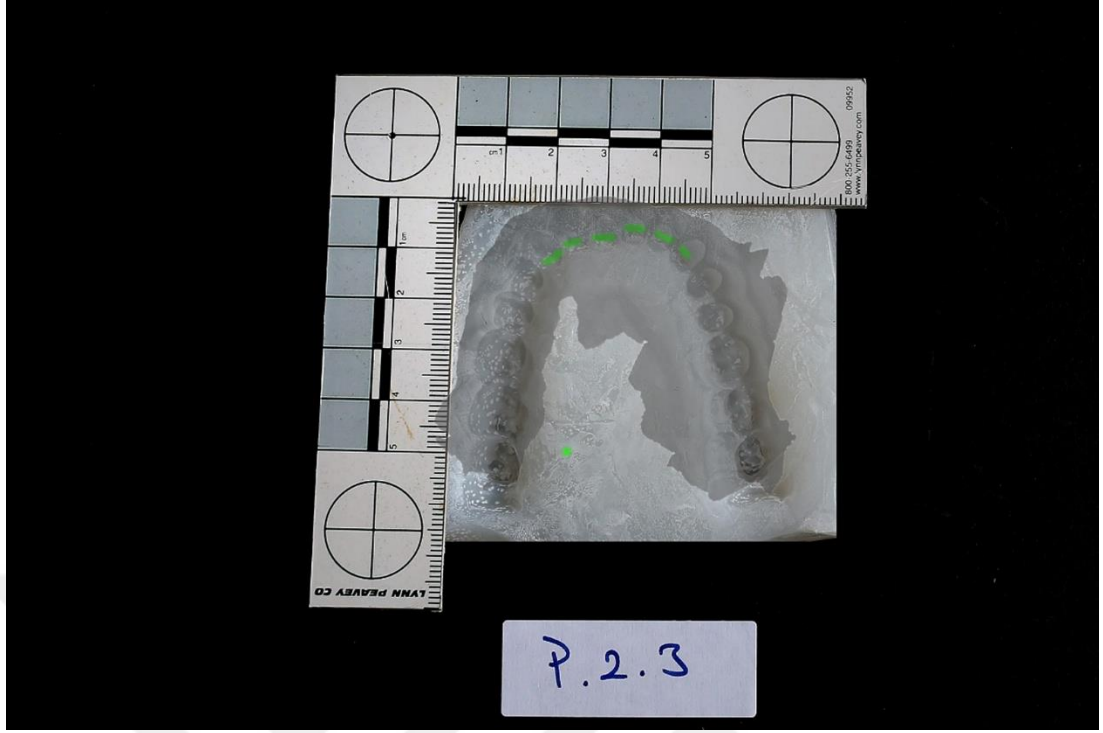
Şekil 3.142. P.2.1. Üst çene çakıştırma



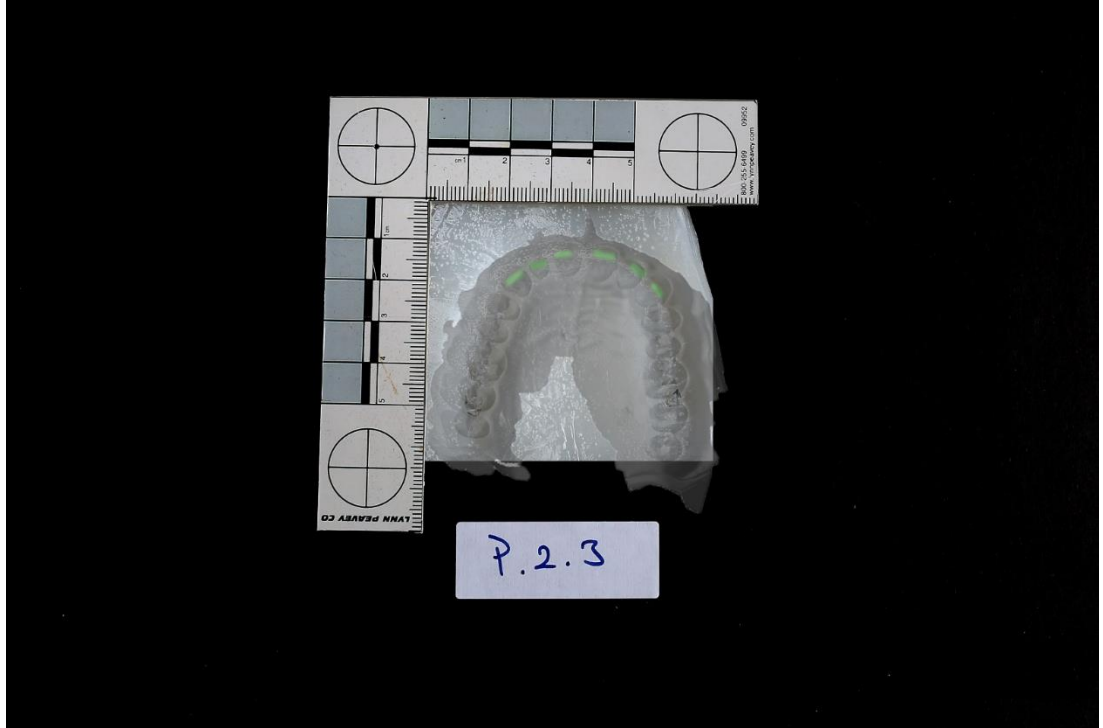
Şekil 3.143. P.2.2. Alt çene çakıştırma



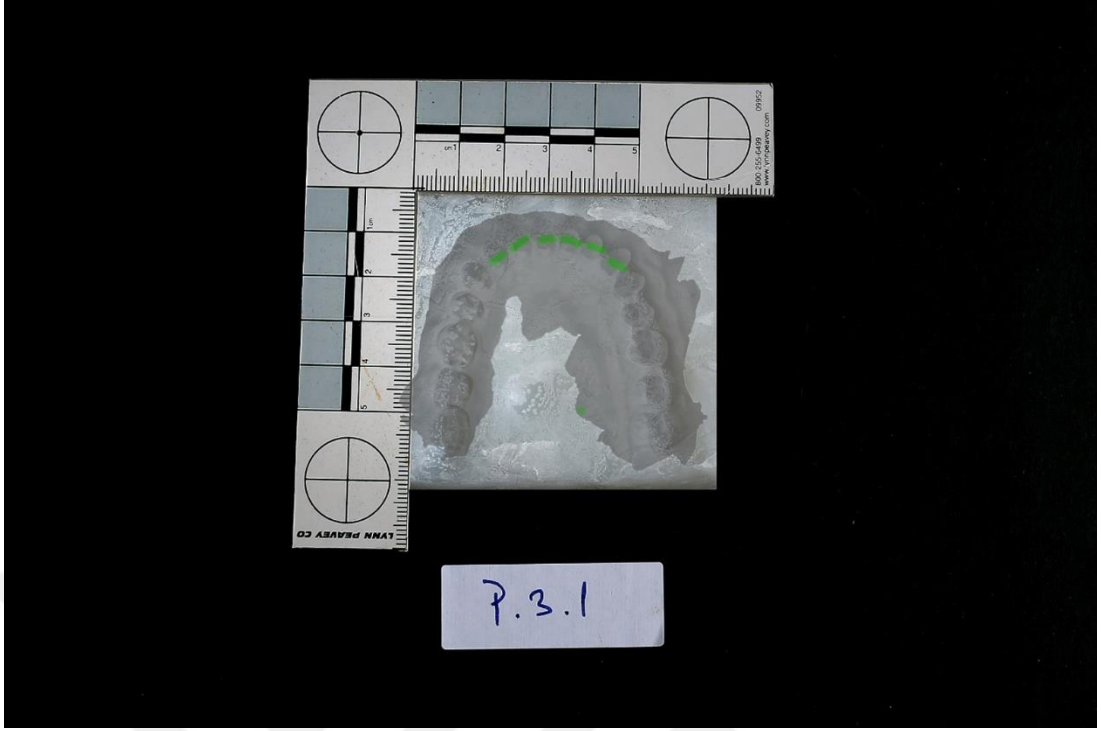
Şekil 3.144. P.2.2. Üst çene çakıştırma



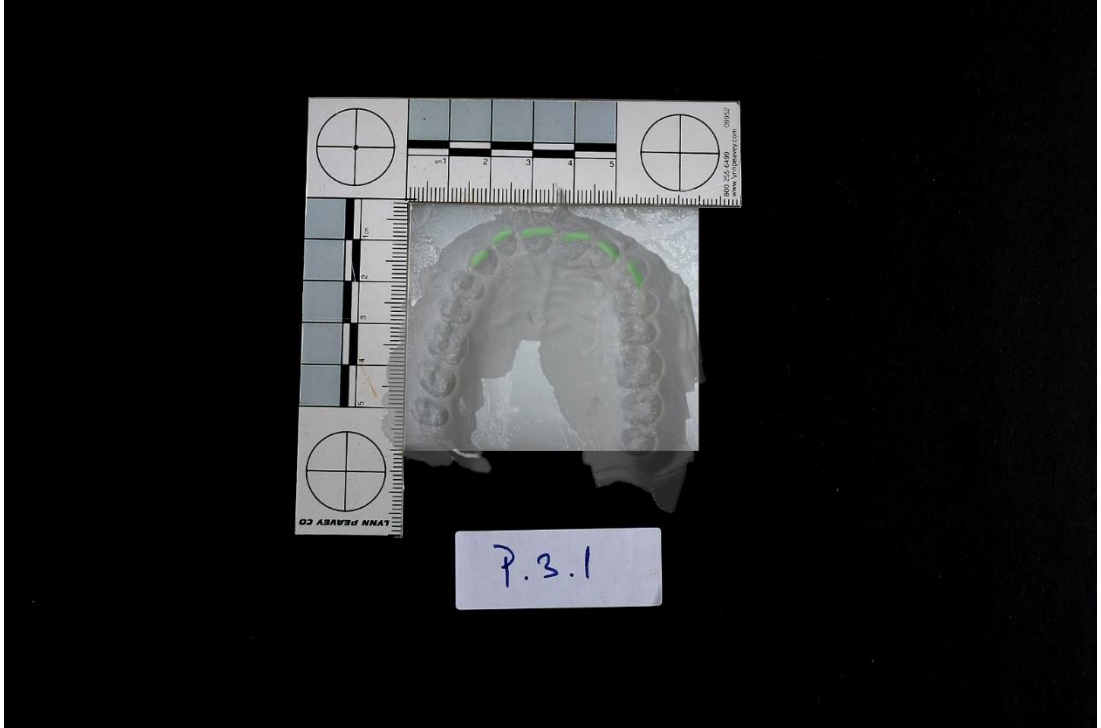
Şekil 3.145. P.2.3. Alt çene çakıştırma



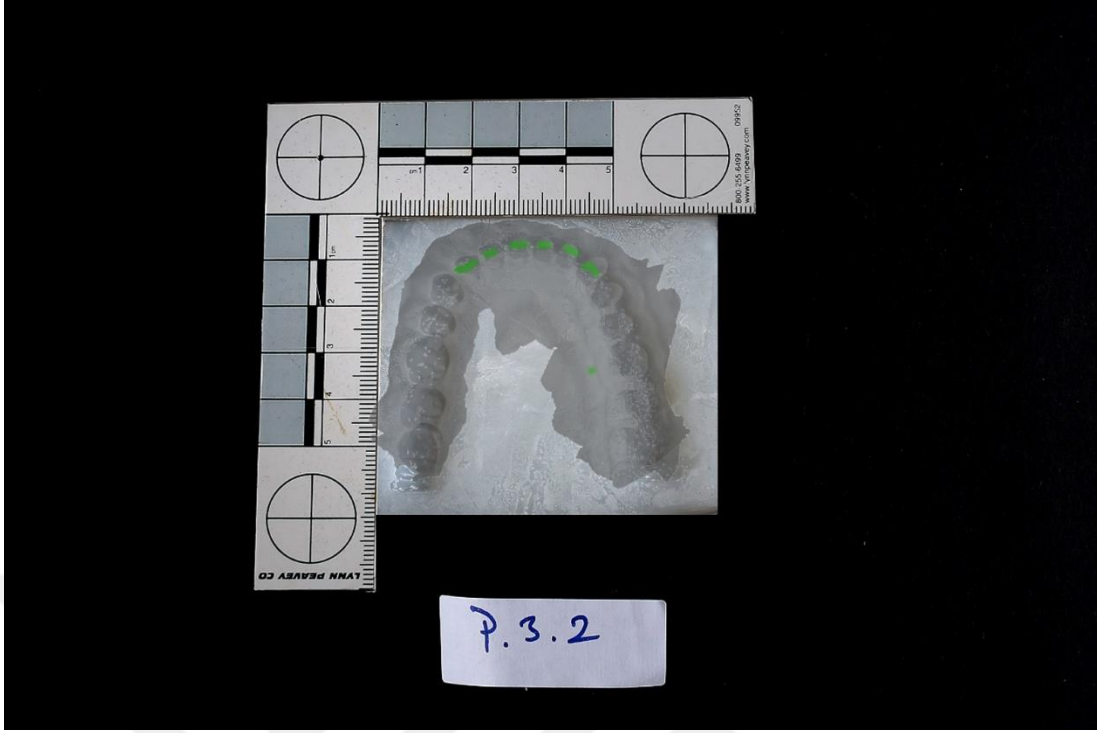
Şekil 3.146. P.2.3. Üst çene çakıştırma



Şekil 3.147. P.3.1. Alt çene çakıştırma



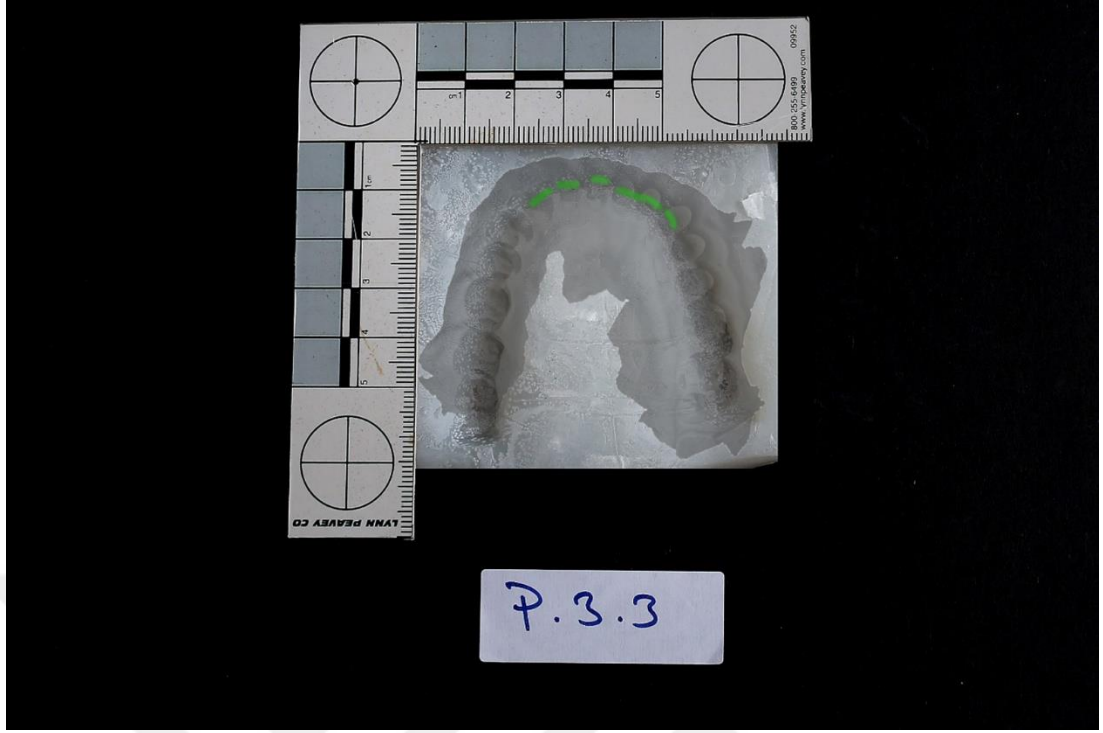
Şekil 3.148. P.3.1. Üst çene çakıştırma



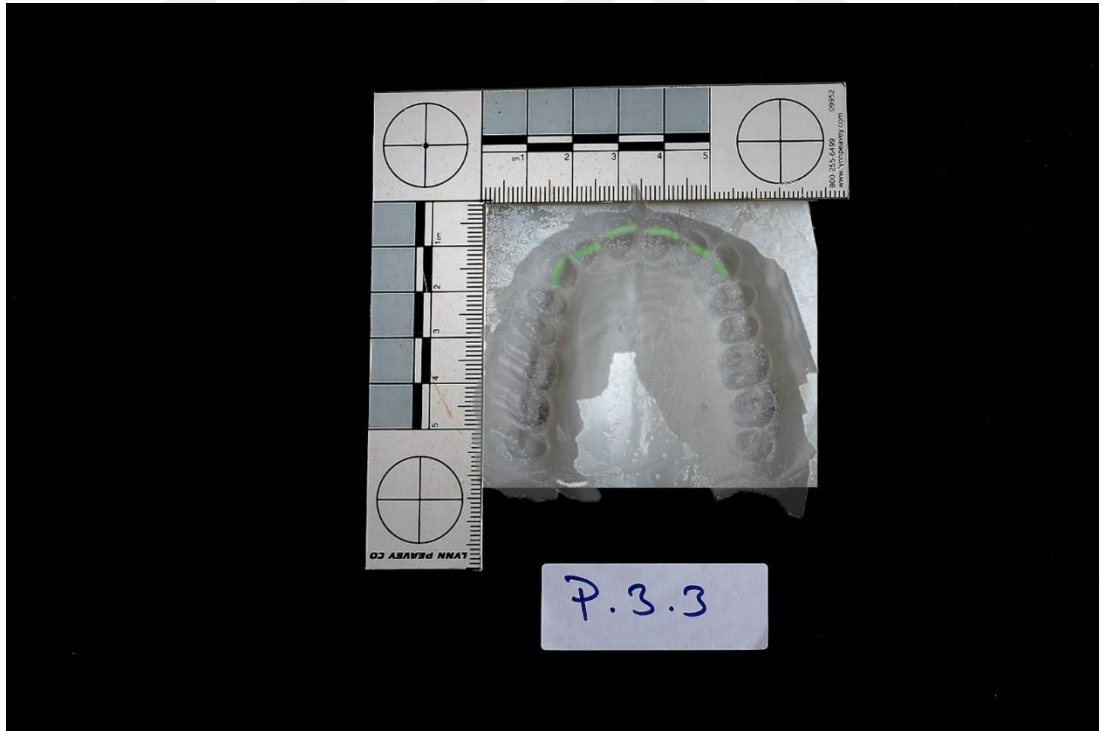
Şekil 3.149. P.3.2. Alt çene çakıştırma



Şekil 3.150. P.3.2. Üst çene çakıştırma



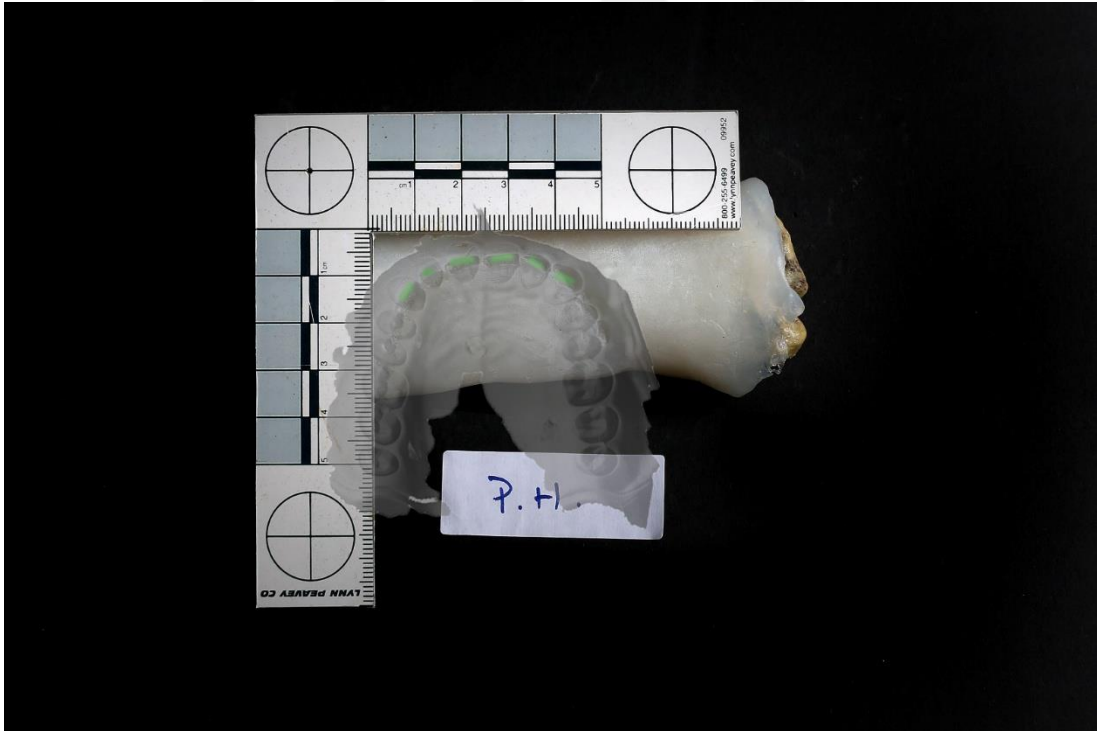
Şekil 3.151. P.3.3. Alt çene çakıştırma



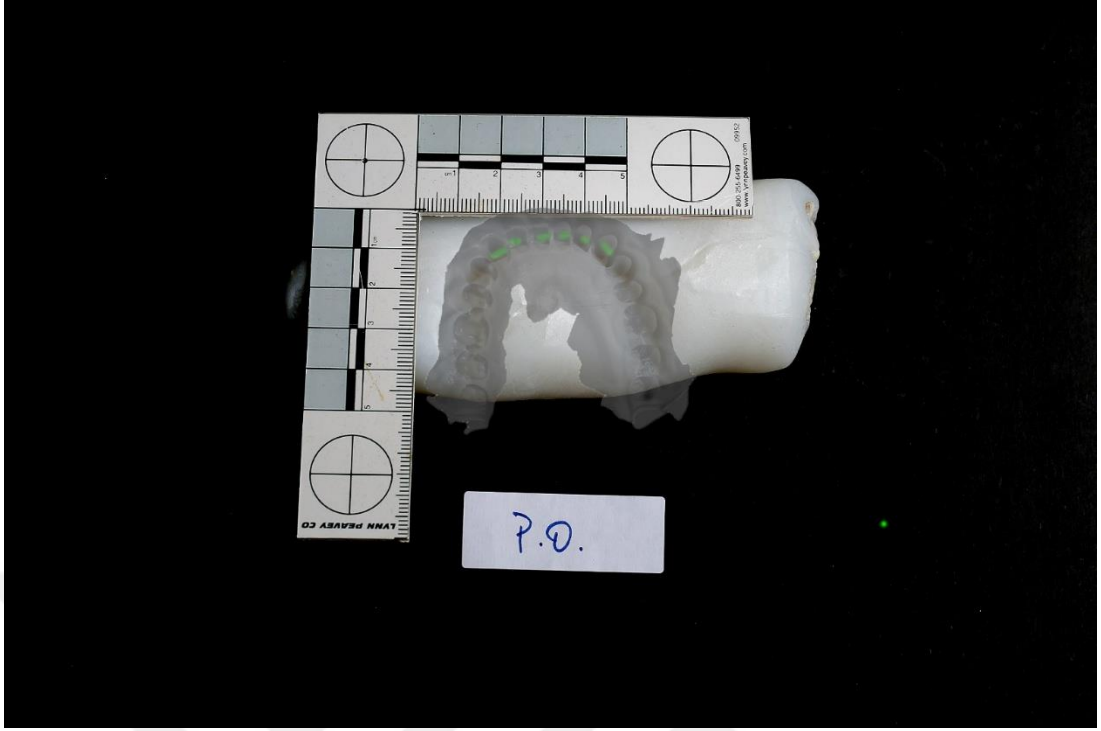
Şekil 3.152. P.3.3. Üst çene çakıştırma



Şekil 3.153. P.H. Alt çene çakıştırma



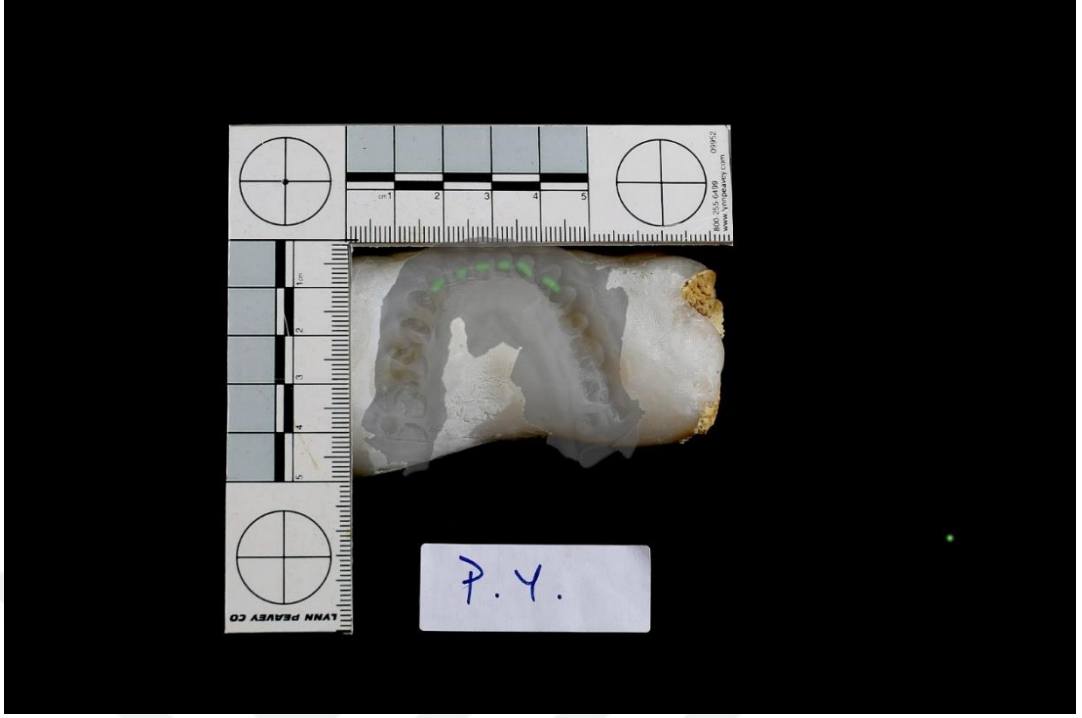
Şekil 3.154. P.H. Üst çene çakıştırma



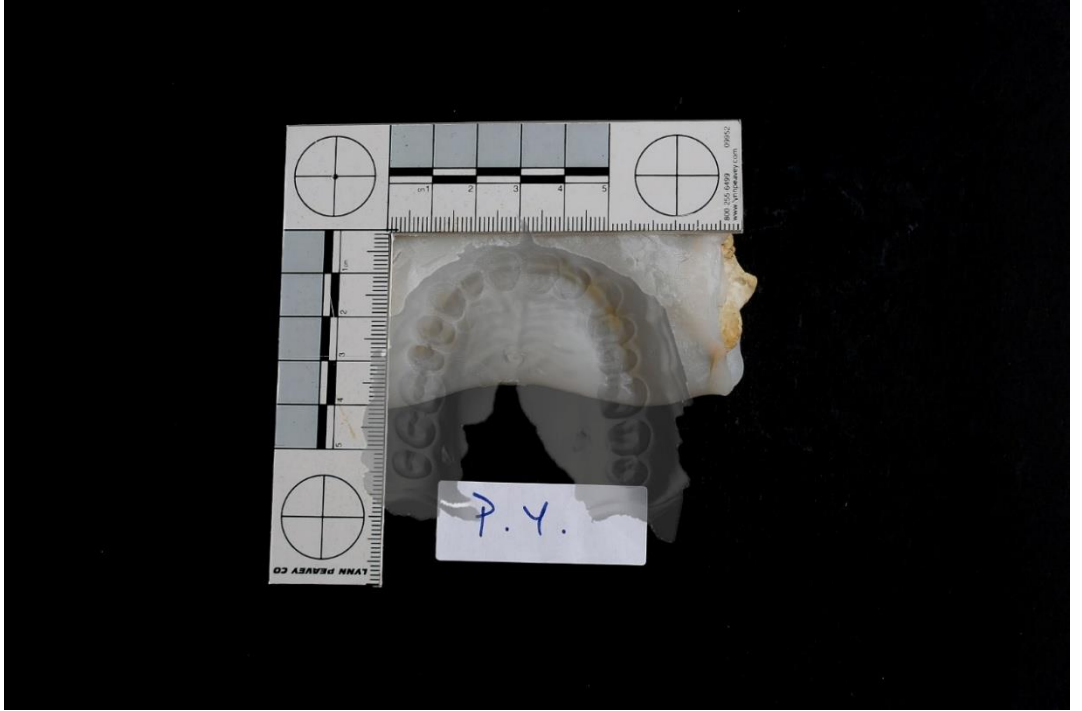
Şekil 3.155. P.O. Alt çene çakıştırma



Şekil 3.156. P.O. Üst çene çakıştırma



Şekil 3.157. P.Y. Alt çene çakıştırma



Şekil 3.158. P. Y. Üst çene çakıştırma

Çalışmanın üçüncü aşamasında ana modellere ait tarama verileri ile insan ısırık izi simülatörü ile oluşturulan ısırık izlerinin karşılaştırılması tespit edilmiştir.

3.4. Isırık İzlerinin Ağız İçi Tarayıcı ile Tespiti

Çalışmanın dördüncü ve son aşamasında, üzerinde ısırık izi oluşturulan silikon bloklar ağız içi tarayıcı ile taranmış ve ısırık izinin ağız içi tarayıcı ile bilgisayar ortamına aktarılabilirdiği tespit edilmiş ve bu tarama verileri üç boyutlu görüntüleme olarak ekte CD içinde sunulmuştur.



4. TARTIŞMA

Dişler, yalnızca biyolojik bir yapı değil, aynı zamanda bireye özgü izler taşıyan dinamik bir sistem olarak, adli bilimler açısından önemli bir inceleme alanı sunmaktadır. Özellikle şiddet içerikli adli vakalarda, cinsel saldırılar, cinayetler ve çocuk istismarı gibi durumlarda ısırık izleri, mağdur ile fail arasındaki fiziksel temasın en somut göstergelerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Isırık izi analizi, bu bağlamda, suçun aydınlatılması ve failin kimliğinin belirlenmesinde kritik bir araç haline gelmiştir. Dişlerin morfolojik yapısı, dizilim biçimi, oklüzyon düzeni, kas fonksiyonları ve çene eklemi gibi bireye özgü anatomik ve fizyolojik değişkenler, her bireyin ısırık izini ayırt edici kılmakta; bu da analizin güvenilirliğini artırmaktadır. Isırık izlerinin bu benzersizliği, onları sadece fiziksel temasın bir sonucu olmaktan çıkarp, aynı zamanda adli diş hekimliğinde biyometrik bir imza niteliğine dönüştürmektedir.

Isırık izi analizinde geçmişte çeşitli yöntemler kullanılmış olup, en yaygın olanı diş yüzeylerinin asetat tabakaya aktarıldığı “overlay” (bindirme) yöntemidir. Özellikle “içi boş hacim kaplaması” tekniği, diş sınırlarını belirginleştirerek analiz sürecini kolaylaştırır. İzlerin yeri ve tipine bağlı olarak el trasesi, balmumu izleri, radyografik ölçüler, fotokopi ve bilgisayar destekli 2D görüntüleme gibi farklı teknikler uygulanmaktadır. Elde edilen bindirmeler şüphelinin örnekleriyle karşılaştırılabilir. Ayrıca, Amerikan Adli Odontoloji Kurulu’nun (ABFO) kılavuzlarına göre, fotoğraflar lezyona 90° açıyla çekilmeli; bölgeden biri nemli, diğeri kuru olmak üzere iki DNA örneği alınmalıdır (Pallam vd., 2016).

Pallam vd. (2016) çalışmalarında ısırık izi analizinde çeşitli bindirme tekniklerinin kullanımının, süreci daha standart ve karşılaştırılabilir hale getireceğini savunmuşlardır. Bu yöntemler arasında el trasesi uygulamasında, bireyin diş modeli asetat üzerine manuel olarak aktarılırken; balmumu yöntemiyle izler önce balmumu yüzeye kaydedilip daha sonra asetat tabakaya kopyalanmaktadır. Ayrıca, balmumu yüzeye alınan izlerin üzerine amalgam tozu eklenip radyolojik incelemeye olanak sağlayan teknik de analiz sürecini destekleyen alternatiflerden biri olarak sunulmuştur.

Fotokopi yöntemi, alçı modellerin fotokopileri üzerine asetat yerleştirilip diş konturlarının izlenmesi esasına dayanır. Son olarak, bilgisayar destekli 2D düzenleme yönteminde diş modelleri taranarak dijital ortama aktarılır; Photoshop gibi yazılımlar aracılığıyla ısırma kenarları vurgulanarak daha hassas bir değerlendirme yapılabilir. Çalışmada, bu tekniklerin her birinin, ısırık izlerinin daha nesnel ve tekrarlanabilir biçimde analiz edilmesine olanak tanımakta olduğu belirtilmiştir.

Daumas vd. (2005) çalışmalarında, gıdaların çiğneme sırasında dokularında meydana gelen dinamik değişimlerin niceliksel olarak değerlendirilebilmesi için, insan çiğneme davranışını taklit edebilen mekatronik bir cihaza ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır. Böyle bir sistemin geliştirilebilmesi için öncelikle çene mekanizmasının simülasyonlarla modellenmesi ve analiz edilmesi gerekliliğine dikkat çekilmiştir.

Bu kapsamda daha önce geliştirilmiş çeşitli çene simülatörleri ele alınmıştır. Örneğin, iki servo-hidrolik aktüatörün birleştirilmesiyle oluşturulan bir sistemin dental materyallerin mekanik testlerinde kullanıldığı, ancak bu sistemin üç boyutlu uzaydaki karmaşık çiğneme hareketlerini yeterli düzeyde yeniden üretmediği belirtilmiştir. Niigata Üniversitesi'nde geliştirilen JSN/2A isimli çene simülatörünün, çene hareketinin kontrol mekanizmasını daha iyi anlamaya yönelik geliştirildiği, bu sistemin üst ve alt çenelere, diş teması ve ısırma kuvveti sensörlerine, ayrıca temporomandibular eklemi temsil eden bir kondiler muhafazaya sahip olduğu ifade edilmiştir. Bu simülatör, baskın çiğneme kaslarını taklit eden tel-tendon yapısına sahip DC-servo aktüatörlerle çalıştırılmaktadır.

Waseda Üniversitesi tarafından geliştirilen WJ-3 adlı çiğneme robotunun ise, insan çiğneme davranışını araştırmak üzere tasarlandığı; üç serbestlik derecesi, dokuz yapay kas aktüatörü ve azı dişlerine yerleştirilen mikro basınç sensörleri ile donatıldığı bildirilmiştir ancak, alt çene hareketlerinin üç boyutlu bir ortamda gerçekleşmesi ve bu nedenle en az altı serbestlik derecesi gerektirmesi, WJ-3'ün gerçekçi insan çiğneme davranışlarını tam anlamıyla yeniden üretmesini kısıtlamakta olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde, Rosy robot sisteminin de altı serbestlik derecesine sahip çene hareketlerini ölçmek üzere geliştirilmiş olsa da bu sistemin aktif çiğneme fonksiyonu gerçekleştirme kapasitesi bulunmadığı bildirilmiştir.

Daumas vd. (2005), bu çalışmada nihai hedefin, insan çiğneme davranışına ait hareket ve kuvvet parametrelerini temel alan, bu parametreleri mekatronik olarak yeniden üretebilen bir sistem geliştirmek olduğunu belirtmiştir. Geliştirilecek bu makinenin, özellikle yeni gıda türlerinin doku algısı açısından değerlendirilmesi amacıyla tasarlandığı vurgulanmıştır. Çalışma kapsamında, çene mekanizmasının modellenmesine yönelik gerçekleştirilen simülasyon sonuçları ile açık ve kapalı döngü kontrol senaryolarına dayalı analiz bulguları sunulmuştur.

Rajendran ve arkadaşlarınca 2021’de yapılan bir çalışmada ayrıca, çiğneme simülatörü tasarımına yönelik deneysel bir uygulamaya yer verilmiştir. Simülasyon sistemi, diş kuronlarının çeşitli yükler altında yorulma davranışını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Numuneler, belirli bir hız ve kuvvet altında çiğneme hareketini taklit edecek şekilde test edilmiş; yükleme işlemi, dinamik kuvvet uygulamalarıyla gerçekleştirilmiştir. Simülasyon, belirli bir döngü sayısı boyunca farklı sıcaklık değişimlerine de maruz bırakılarak termal etkilere karşı dayanıklılık ölçülmüştür. Yapılan testler hem kronların yapısal bütünlüğünü hem de çiğneme sırasında karşıt yüzeylerde oluşan aşınma miktarını değerlendirmeye olanak sağlamıştır. Bu yaklaşım hem malzeme dayanımı hem de çiğneme davranışının biyomekanik yönlerini incelemek açısından önemli bulgular sunmaktadır (Rajendran vd., 2021)

Suppelt vd. (2021) çalışmasında, maksimum ısırma kuvvetinin çiğneme sisteminin fonksiyonel durumunu değerlendirmede temel bir gösterge olduğunu vurgulamıştır. Bu kuvvet, diş oklüzyonunda çiğneme kasları tarafından uygulanan toplam kuvvet olarak tanımlanmakta ve bireyin oral-motor kapasitesine dair önemli bilgiler sunmaktadır. Isırma kuvvetinin ölçümüne yönelik ilk belgelenmiş girişim 1681 yılına dayanmakta olup, azı dişleri üzerine yerleştirilen bir ip aracılığıyla ağırlıklar kullanılarak kuvvet ölçümü yapılmıştır.

Günümüzde bu tür ölçümler için kullanılan sistemlerin daha karmaşık teknik gereksinimleri karşılaması gerekmektedir. Özellikle sensörlerin konumlandırılması, arka dişlerin ön dişlere kıyasla daha yüksek kuvvet uygulaması nedeniyle ölçüm doğruluğu üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Ayrıca bilateral ölçümlerde, yani

her iki tarafta eş zamanlı yapılan uygulamalarda, tek taraflı ölçümlere göre daha yüksek ısırma kuvvetleri elde edildiği belirtilmiştir. Bununla beraber çalışmada, bazı sensörlerin doğruluk düzeylerinin düşük olması nedeniyle doğrudan kuvvet ölçümünde yeterli olmadığı, buna karşın diş konumlarının belirlenmesinde klinik yardımcı araçlar olarak kullanılabilmesi ifade edilmiştir. Öte yandan, mandibular eklemin hem rotasyonel hem de translasyonel serbestlik derecelerine sahip olması, gerçek çene hareketlerinin simülasyonunu zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda kullanılan demonstrasyon modellerinin, gerçek çene biyomekaniğini tam anlamıyla yansıtamadığı da vurgulanmıştır.

Ürün tasarımı, yalnızca yaratıcı bir süreç değil, aynı zamanda gereksinimlerin sistematik biçimde mühendislik problemlerine dönüştürüldüğü aşamalı bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım; fikir üretimi, fizibilite analizi, kavramsal tasarım ve ayrıntılı üretim planlaması gibi adımları içermektedir. Bu nedenle sistem yaklaşımı, tıbbi cihaz tasarımında hem işlevsellik hem de sürdürülebilirlik açısından temel bir rol üstlenmektedir. Çalışmamızda insan ısırık izi simülatörü üretme fikrinin ortaya çıkmasının akabinde yapılan planlama ve üretim aşamasında projenin hem düşük maliyetli hem de uzun süre kullanılabilir yani sürdürülebilir olması öncelenmiştir. Literatürde rastlanan diğer örneklerden en önemli farkı da budur. Yanı sıra bu tarz cihaz imalatlarında genel olarak hidrolik sistem tercih edildiği görülmüş ve öncelikli olarak hidrolik sistem araştırılmıştır. Hidrolik sistemler üzerine yapılan çalışmalarda, hidrolik sistemlerdeki yağın kendi basıncının ortaya çıkardığı ve tam kapanış anında meydana gelen yaylanma hareketinin basıncın sabitlenmesine engel olduğu görülmüştür. Hidrolik sistemle pneumatik sistemler karşılaştırılmış ve bu çalışma için pneumatik sistemin üstünlük sağladığı tespit edilmiş ve uygulanmıştır. Yanı sıra diğer simülatörlerde tek diş ya da tek basınç tercih edildiği görülmüştür. Farklı dişlerle farklı basınçların ve açılarının uygulanabilmesi konunun en can alıcı noktasıdır. Tüm bu farklar ısırık izinin saikini belirlemek açısından önemlidir.

Jovanovic vd. (2019) çalışmasında, ısırık izleri kauçuk, plastik, folyo, ahşap ve silikon yüzeylerde analiz edilmiştir. Protezlere yerleştirilen süt dişleri ve çocuk ekipmanları kullanılarak çocuk ısırma davranışları (yalama, emme, çiğneme-ısırma) simüle edilmiştir. Fizyolojik ısırma kuvvetleri altında, süt dişleri tüm materyallerde

tanımlanabilir izler bırakmıştır. Kesici, köpek ve azı dişlerinin izleri arasında morfolojik fark gözlenmemiştir.

Çiğneme kuvveti, diş kayma mesafesi, termal değişim, gıda aşındırıcılığı, tükürük kayganlığı ve antagonist malzeme davranışları laboratuvar ortamında incelenen, ağız içi triboloji simülasyonunda 50 N sabit çiğneme kuvveti ve 0,3–1 mm yanal hareket mesafesi standart olarak kullanılan çalışmada in vitro test parametrelerinin in vivo koşullara yakınlığının, elde edilen sonuçların klinik geçerliliği açısından kritik olduğu ifade edilmiştir (Yılmaz ve Sadeler, 2021).

Isırık izleri kişiye özgü olup, bireyler arasında dişlerin şekil, boyut, morfoloji ve pozisyonlarındaki farklılıklardan dolayı belirgin varyasyonlar gösterir. Bu benzersizlik genetik faktörlerle belirlenir ve iskeletsel materyaller üzerinde analiz edilerek incelenir. Radyografik incelemeler ve özellikle kaninler arası mesafenin maksilla ve mandibulada ölçümü, dental alçı modelleriyle karşılaştırıldığında altın standart olarak kabul edilmektedir.

Isırık izi analizi, çeşitli materyaller üzerinde manuel ve bilgisayarlı yöntemlerle yapılmakta; ısırık kayıt mumları, ksenogreftler ve radyolojik teknikler materyal temelli analizde önemli rol oynamaktadır. Ancak, insan dişlerinin benzersizliğine dayanmasına rağmen, bitemarkların belirli dişlerle kesin eşleşmesi materyal farklılıkları ve anatomik varyasyonlar nedeniyle hala güçlük taşımaktadır (Fidya ve Swastirani, 2019).

Son dönemde yapılan bir araştırma, Amerikan Adli Odontoloji Kurulu diş hekimlerinin %87,5'inin kadavralarda ısırık izi bulunan deri bölgesini eksize ettiğini ortaya koymuştur. Öte yandan, desteklenmeyen eksize edilmiş deri dokusunun %50 ve üzeri oranda küçülme riski bulunmaktadır. Bu sorunu minimize etmek için 1981 yılında, eksizyon öncesinde deri üzerine halka yapıştırma yöntemi geliştirilmiştir (Desranleau ve Dorion, 2011).

Çalışmamızda bu aşamada da bir ölçüde balistik jel gibi hizmet edecek ancak balistik jel malzemenin ısırık izlerini göstermedeki dezavantajlarını ortadan kaldıran

($-R_2Si-O-SiR_2-$) kimyasal formülüne sahip kauçuk temelli malzeme kullanılmıştır. Bu malzeme ısıma esnasında balistik jel gibi parçalanmayan ısırik izini aynen duplike eden bir yapıdadır. Oluşturulan izlerin bozulmadan analiz edilebilmesi için kauçuk benzeri malzemenin içine hidrojen peroksit (H_2O_2) konulmuş ve materyalin ısı ile sertleşir hale gelmesi sağlanmıştır. İzler oluşturulduktan sonra bloklar $150^{\circ}C$ sıcaklıkta 7 dk. ısıtılmış ve izlerin stabilizasyonu yani bozunmaması sağlanmıştır. Dolayısıyla çalışmamızda kullanılan materyalin diğer çalışmalarda kullanılan materyallere oranla hem izin oluşturulması hem de analiz süreci açısından daha efektif olduğu değerlendirilmiştir.

2D dijital fotoğrafla 3D yaralanmaları doğru temsil etmek zordur ve kavisli yüzeylerde özellikle hata riski yüksektir. Bu hatalar deneyimli uygulayıcılarca bile yapılabilir ve ölçümlerin doğruluğunu etkiler. Evans ve arkadaşlarının (2014) belirttiği gibi, adli odontolojik görüntülemelerde güvenilir ölçümler elde edebilmek için çekim sırasında kamera sensörünün lezyon bölgesine dik konumlandırılması, referans ölçeğin lezyonla aynı düzlemde yer alması ve özellikle kavisli yüzeylerde çok açılı fotoğraf alımı gerekmektedir. Ayrıca, kişinin duruş pozisyonu ve vücut hareketlerinin de analiz doğruluğunu etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Yanı sıra detaylı ve filtreli çekimler yapılmasının ve analizde kullanılmak üzere matematiksel yöntemlerle düzeltilmesinin uygun olacağı ifade edilmiştir (Evans vd., 2014).

Son yıllarda, profesyonel diş hekimliğinde fotoğrafçıların RAW formatında çekim yapıp, grafik düzenleme programlarıyla görüntüleri işleme alması yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Isırık sonucu oluşan lezyonlar zamanla iyileşip kaybolduğundan, bu lezyonların renk, boyut, morfoloji, kıvam, doku ve üç boyutlu yapısının doğru ve zamanında fotoğraflanması önem taşımaktadır. Karşılaştırma yapabilmek için hem mağdurdaki ısırık izi hem de şüphelinin diş yapısı doğru bir şekilde ve iz ile aynı büyüklükte (1:1 boyutunda) fotoğraflanmalıdır. (Ceceloğlu vd., 2020).

Çalışmamızda tüm fotoğrafların ABFO yönergeleri takip edilerek, ölçekle, hep aynı uzaklıktan ve perpendiküler açıyla çekilmesine özen gösterilmiştir.

Maloth ve Ganapathy (2011) çalışmalarında, ön dişlerin ısırma kenarlarının alanı ve göreceli rotasyonları çeşitli yöntemlerle ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, kserografik yöntemin diş alanı ve rotasyon ölçümlerinde daha yüksek doğruluk sağladığını göstermiştir. Buna karşın, mum kalıplardan veya doğrudan çalışma dökümlerinden elde edilen el trasesi yöntemlerinin hatalı ve subjektif olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında, manipülasyon ve gözlemci önyargısının fazla olması nedeniyle adli odontologlara, ısırık izi karşılaştırmalarında el trasesi bindirmelerinin kullanımını sonlandırmaları önerilmektedir.

Adli ısırık izi analizi, her bireyin diş yapısının benzersiz olduğu ve bu benzersizliğin yaralı deri ya da nesneler üzerinde doğru şekilde kaydedildiği varsayımlarına dayanır. Bu nedenle, ısırık izi kanıtları mahkemelerde yaygın biçimde kabul görmekle birlikte, karşılaştırmalı analizlerin öznel doğası ve bu süreçlerin istatistiksel parametrelerini tanımlayan yeterli bilimsel çalışmaların bulunmaması, bu kanıtların adli süreçlerde güvenilirliği konusunda eleştirilere yol açmaktadır. Günümüzde en yaygın analiz yöntemleri, şüphelinin dişlerinden elde edilen kalıpların iki boyutlu tarayıcılarla dijital ortama aktarılması ve görüntülerin Adobe Photoshop yazılımı kullanılarak işlenmesini içermektedir. Bu yöntemde, şüphelinin diş ısırma kenarları bitişik piksel değerleri arasındaki benzerliklere göre seçilmekte olup, prosedür adli diş hekimliğinde bu tekniğin bilimsel temelini oluşturulmasında önemli bir adım olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, tamamen otomatik yapısı sayesinde gözlemci önyargısını azaltması, üçüncü tarafların 3D görüntüleri manipüle etmesini engellemesi ve ısırığın basıncına ya da kurban-ısırıkçı etkileşiminden kaynaklanan bozulmalara bağlı farklı karşılaştırma bindirmeleri üretebilmesi gibi avantajları bulunmaktadır (Martin-de las Heras vd., 2007).

Isırık izi analizi, dişlerin bireysel özelliklerine dayanarak ısırılan kişinin kimliğinin belirlenmesine olanak sağlar. Genellikle insan vücudundaki ısırık izi yaralanmaları analiz edilse de gıdalardaki ısırık izleri de adli soruşturmalarda önemli bir delil teşkil edebilir. Analizin temelinde iki varsayım yer alır: bireylerin diş yapılarının konum, şekil ve boyut bakımından benzersiz olması ve ısırık izinin bu benzersizliğin yaralı deri veya diğer yüzeyler üzerinde doğru şekilde kaydedilmesidir. Isırma eylemi, maksilla ve mandibulanın hareketi ile ısırılan kişinin tepkileri nedeniyle

dinamik bir süreçtir ve deri, anatomik konuma bağlı olarak değişen biyomekanik özellikler gösterir. Gıdalardaki ısırik izleri, oda sıcaklığı koşullarında aylarca korunabilmekte olup, bu izlerden şüphelinin kimliği tespit edilebilmektedir. Optik yüzey taraması ve 3D bilgisayar destekli karşılaştırma teknikleri ise ısırik izi analizinde tahribatsız, doğru ve etkili yöntemler olarak öne çıkmaktadır (Naether vd., 2012).

3D hızlandırılmış animasyonlar, çoğu elektronik cihazda başarıyla görüntülenebilir hale gelmiş olup, gelişimiyle birçok alanda değerli uygulamalara imkân tanımaktadır. Adli tıpta yaralanmaların belgelenmesi önemli bir iş yükü oluşturur. Mevcut yöntemler genellikle eskizler ve 2D fotoğraflar üzerine kuruludur; ancak bu yöntemler, sınırlı perspektif ve anlık görünüm nedeniyle yaralanmaların tam yorumlanmasını kısıtlamaktadır. Sanat ve tıp alanındaki gelişmelerle birlikte, 3D modeller ve fotogrametri gibi teknikler giderek yaygınlaşmaktadır. Cerrahlar ameliyat öncesi planlama için 3D modeller kullanmakta, anatomi eğitimi bu görüntülerle desteklenmektedir. İnsan vücudunun üç boyutlu yapısı göz önüne alındığında, yaralanmaların en doğru temsili 3D yöntemlerle sağlanabilir. Ayrıca, iyileşme süreçlerinin dinamik olması, tek bir fotoğraf veya çizimin kanıt ve öğrenme potansiyelini azaltmaktadır. Bu nedenle, adli tıp uygulamalarında 3D teknolojilerin kullanımı doğruluk ve etkinliği artıracaktır (de Sainte Croix vd., 2016).

Rizwal vd., (2021) çalışmalarında, ısırik izlerinin yüksek çözünürlüklü 2 boyutlu görüntüleri dijital ortamda elde ederek bu görüntüleri, piksel yoğunluklarına göre farklı renklere dönüştürülerek analiz etmiştir. Böylece 2D görüntüler, yapay renk kodlaması ile detaylandırılmıştır. Daha sonra, bu renk kodlu görüntüler, sözde 3 boyutlu yüzey modellerine dönüştürülmüştür. Bu sayede, ısırik izinin derinlik ve yükseklik farkları görselleştirilmiş, çukur ve çıkıntılar daha net ortaya konmuştur. ısırik izi ve şüpheli diş kalıpları arasındaki karşılaştırma hem görsel hem de sayısal analizlerle yapılmıştır. Bu yöntem, gözlemci kaynaklı hataları azaltarak daha objektif ve hassas sonuçlar sağlamayı amaçlamaktadır.

ısırik izi kanıtları, ABD ve diğer hukuk sistemlerinde uzun süredir kabul görmekle birlikte, bazı adli odontologlar bu yöntemin yeterince eleştirel bir

değerlendirmeden geçmediğini savunmaktadır. Benzer sorunlar kulak izi teşhisi gibi diğer adli yöntemlerde de görülmektedir. Temel zorluk, iki boyutlu ısırık izi görüntülerinin, bu izlere neden olan dişlerin üç boyutlu yapılarıyla karşılaştırılmasında ortaya çıkar.

Çoğu çalışma ısırma paternlerini iki boyutlu olarak tanımlar ve ölçer; ancak ısıran kişinin diş yapısı ve ısırık izi üç boyutlu gerçeklikler olduğundan, üç boyutlu analizler oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, adli süreçlerde ısırık izi kanıtlarıyla ilgili yasal sorunlar yaşanmakta ve alternatif yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, ısırık izlerinin üç boyutlu analiz edilmesi önemli bir adımdır.

Isırma olayı üç boyutlu bir yapıya sahiptir; deri eğrilir, dişler şekillenir ve bazen derin yaralar oluşur. Isırma sonrasında deri büyük ölçüde eski haline döner ve iz, genellikle derinlik bilgisi olmadan kavisli bir yüzeyde görünür. Eğer ısırma kuvveti yeterince büyükse, izler üç boyutlu özellikler taşır. Yaralanmalar, açık izlerden şişlik ve doku hasarına kadar değişiklik gösterir (Blackwell vd., 2007).

Bilgisayar destekli animasyonlu süperimpozisyon yöntemi ısırık izi analizinde en yüksek doğruluk oranını sağlamıştır. Bunu sırasıyla bilgisayar destekli bindirme ve kserografik yöntemler takip etmiştir. Dijital analiz yöntemlerinin sunduğu yüksek hassasiyet, insan derisinin ısırık izlerini kaydetmedeki sınırlamalarına rağmen önemli bir avantaj teşkil etmektedir. Kserografik kaplama yöntemi, diş kalıplarındaki ısırma kenarlarını doğru şekilde takip etmek için deneyim gerektirmektedir. Öte yandan, bilgisayar destekli analiz teknikleri, yüksek kaliteli bilgisayar donanımı, tarayıcı ekipmanları ve uzman yazılım bilgisi gerektirmekte; bu sistemlerin yüksek çözünürlüklü tarama yapabilmesi sonucu elde edilen görüntülerin kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu donanımlar yüksek maliyetlidir, ancak kaliteli tarama çıktıları elde etmek için gereklidir. Bilgisayar destekli animasyonlu süperimpozisyon, insan derisi üzerinde oluşan ve doğası gereği geçici olan ısırık izlerinin tespiti ve karşılaştırılmasında en güvenilir ve hassas sonuçları sağlamıştır. Isırık izlerinin hızlı bir şekilde değerlendirilmesi, adli incelemede başarılı eşleştirmelerin yapılabilmesi açısından önem taşımaktadır (Tai vd., 2016).

Isırık izi analizinde, genellikle ABFO n°2 gibi bir referans ölçeği kullanılır ve fotoğraflar, işaretle aynı düzlemde ve kameraya dik açıyla çekilir. Ancak, protokollere tam uyulmadığında görüntülerde bozulmalar oluşabilir ve bu da doğru analizi zorlaştırabilir.

3D ağız içi tarayıcılar, ısırık izlerinin ve diş yapılarının dijital ortama hızlı, doğru ve eksiksiz aktarılmasını sağlayarak, adli analizlerde devrim yaratmaktadır. Bu sayede, ısırık izi değerlendirmeleri daha objektif hale gelir ve geleneksel 2D yöntemlerin ötesinde detaylı inceleme imkânı sunar. Elde edilen 3D modeller, gelişmiş yüzey karşılaştırma yazılımlarına aktarılarak, diş girintileri ve izler arasındaki uyum etkileşimli ve kesin şekilde analiz edilir. (Fournier vd., 2020).

Isırık izi, diş ve diş etlerinin temasından kaynaklanan fiziksel bir iz olarak tanımlanır. Analizde ark yapısı ve diş karakteristikleri, şüpheli ile ilişkilendirme doğruluğunu belirleyen en önemli unsurlardır. Son 50 yılda çeşitli analiz yöntemleri geliştirilmiş, manuel bindirme teknikleri yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak, bilgisayar destekli analizler 1996'dan itibaren adli odontolojide altın standart haline gelmiştir. Bu yöntemler, kenar tespiti gibi gelişmiş tekniklerle daha yüksek doğruluk ve objektiflik sağlar. Her ne kadar bazı sübjektif varyasyonlar olsa da bilgisayarlı yöntemlerin adli odontolojide tercih edilmesi, doğruluk ve analiz tutarlılığı açısından kritik önem taşımaktadır (Patil, 2013).

AlReshaid vd., (2019) çalışmalarında Stella M-d vd. (2011)'nin 3D teknolojisi kullanarak yapılan ısırık izi analizinde DentalPrint yazılımını kullandığını, yöntemin son derece doğru bulunduğunu ve ikili karar modelinin avantaj olarak gösterildiğini nakletmiş ancak ısırık izi elde etme teknolojisi, uzmanlık düzeyi ve öznel değerlendirmelerin mahkemede daha açık bir şekilde sunulması gerektiğini belirtmiştir.

Al-Talabani vd., (2006) ısırık izi tanımlaması için 2D polyline ve boyama (painting) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. 2D polyline yönteminde, köpek dişlerinin uçlarında sabit noktalar belirlenmiş ve bu noktalar arasında interkanin çizgi oluşturulmuştur. Kesici dişlerin insizal kenarlarından geçen çizgiler interkanin

izgiye dik olacak şekilde çizilerek, ilgili çizgi ve aı ölçümleri yapılmıştır. Boyama yönteminde ise kaninler arası mesafe, diş genişliği ve kalınlığı ile her dişin rotasyonel açısı esas alınmıştır. Sonuçlar, her iki yöntemin uygulanabilir olduğunu göstermiş, ancak 2D polyline yönteminin kullanımının daha kolay ve bilgisayar tarafından hızlı okunabilir sonuçlar sağladığı; boyama yönteminin ise operatörün görsel değerlendirmesine dayandığı tespit edilmiştir.

Isırık izi tanımlamasında genellikle diş morfolojisi ve diş kemeri yapısı, şeffaf plakalar veya bilgisayar destekli karşılaştırmalar yoluyla yaralanmanın gerçek boyutlu fotoğrafları ile kıyaslanmaktadır. Ayrıca şüphelinin dişlerinden elde edilen test ısırıkları ile gerçek ısırık izi karşılaştırmaları ve ileri görüntüleme yöntemleri de kullanılmaktadır.

Çalışmada, tanımlama kriterleri olarak köpek dişleri arası mesafe, diş genişliği ve dişlerin dönme açıları esas alınmıştır. Bununla birlikte, ısırık izi analizlerinde zaman içinde dokudaki değişimler, anatomik bölgenin etkisi, ısırma kuvvetinin yumuşak dokudaki deformasyonları, bireyler arasındaki diş yapısı benzerlikleri ve ölüm tekniklerindeki sınırlamalar gibi faktörlerin hata olasılığını artırdığı ve bu nedenle bulguların dikkatle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Al-Talabani vd., 2006).

Bireysel diş yapısının benzersizliği temel alınarak, ısırık izi analizinin fail tespiti için etkili bir araçtır. Isırık izlerinin şüpheli diş morfolojisiyle karşılaştırılması, diş şekli, arktaki konum ve boyutun objektif ölümlerini içermektedir. Mağdurun deri veya dokusundaki ısırık izlerinin llp şüpheli dişlerle karşılaştırılması, yaygın ve pratik bir yöntem olmasına rağmen, öznellik ve vresel faktörlerden kaynaklanan hatalara açıktır.

DNA analizinin vresel etkilerle sınırlı kalması nedeniyle, bilgisayar destekli dijital analizler doğruluk ve tekrar edilebilirlik açısından üstünlük sağlamaktadır. Isırık izleri, dişlerin deri üzerindeki karakteristik izlerini yansıtır ve genellikle köpek, kesici ve azı dişleri tarafından oluşturulan kontzyonları içerir. Bu analizde, dijital fotoğrafçılık ve yazılım tabanlı st üste bindirme teknikleri (rneğin Adobe

Photoshop™) kullanılarak ölçüm ve karşılaştırmalar yapılmakta, kolorimetrik analizlerle yaralanma özellikleri değerlendirilmektedir.

Bilgisayar destekli yöntemler, geleneksel tekniklere göre öznelliği azaltmakta ve ısıruk izi analizlerinin güvenilirliğini artırmaktadır. Bu teknolojilerin ısıruk izi analizinde altın standart olarak kabul edilmesi gerekmektedir. (Veyta vd., 2022).

Isırık izlerinin dijital fotoğraflanması ve şüpheliden alınan dental kalıpların ölçülmesi sonrası, Adobe Photoshop kullanılarak izlerin gerçek boyutlarına uygun şekilde ölçeklendirilip üst üste bindirme yöntemi ile karşılaştırılması analizdeki öznelliği azaltmakta, yüksek doğruluk ve objektiflik sağlamaktadır. Adobe Photoshop destekli süperimpozisyon tekniğinin ısıruk izi analizinde standart ve güvenilir bir araç olarak kullanılabilmesi mümkündür (Chintala vd., 2018).

Çalışmamızda güncel literatür temel alınarak ısıruk izleri ve ana modeller ağız içi tarayıcılarla tespit edilmiş ve karşılaştırmalar Adobe PS Photoshop programında yapılmıştır. Sonuçlar ısıruk izi analizinde bilgisayar temelli yaklaşımların güvenilirliğini ortaya koymuştur.

Whittaker vd., (1998) ısıruk izi değerlendirmelerinde karar doğruluğunun büyük ölçüde değerlendirmeyi yapan uzmanın deneyim düzeyine bağlı olduğunu göstermiştir. Araştırmalarında, ileri düzeyde eğitim almış adli diş hekimlerinin ve son sınıf öğrencilerinin, özellikle izlerin karakterizasyonunda daha tutarlı sonuçlara ulaştıkları, buna karşılık genel pratisyenlerin ve adli olmayan yetkililerin yorumlarında daha fazla tutarsızlık gözlemlendiği rapor etmiştir. Buna karşın, pratisyen diş hekimleri ve polis memurları, özellikle yetişkin ve çocuk ısırukları arasındaki ayrımı yapmada en düşük doğruluk oranlarına sahip gruplar olarak rapor edilmiştir. Bu durum, alana özgü eğitimin ve deneyimin karar verme sürecinde belirleyici olduğunu göstermektedir.

Domuz derisi üzerinde, ölüm sonrası oluşturulan yapay ısıruk izlerinin kullanıldığı kontrollü laboratuvar çalışmaları da benzer bulguları desteklemektedir. Standart fotoğraflama teknikleri kullanılsa dahi, egzersiz hemen ardından yapılsa bile, ısıruk izlerinin oluşturulduğu dişlerle eşleştirilmesi önemli ölçüde zorluk taşımaktadır.

Bu durum, ısırık izi analizinin yüksek düzeyde öznel yorumlara açık olduğunu ve kesin tanımlamalar yapılabilmesi için uzman görüşünün vazgeçilmez olduğunu göstermektedir.

Çalışmada ayrıca, bir yaranın gerçekten bir ısırık izi olup olmadığının belirlenmesinin, ısırık izindeki unsurların ağızdaki spesifik dişlerle ilişkilendirilip ilişkilendirilemediğine bağlı olduğu vurgulanmıştır. Bu tür bir yönlendirme yapılabiliriyorsa, yaranın ısırık izi olduğuna dair kesin bir yargı oluşturmak daha mümkün hale gelmektedir. Sonuç olarak, yazarın çalışması, adli diş hekimliği alanında karar verme süreçlerinin güvenilirliğini sorgulamakta ve mevcut uzman görüşleri arasında bile belirli derecede tutarsızlık olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu durum, ısırık izi analizlerinin güvenilirliğini artırmak amacıyla daha fazla sistematik araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermekte ve alandaki "altın standart" kavramının daha sağlam temellere dayandırılması gerektiğine işaret etmektedir (Whittaker vd., 1998).

Deri, insan dermal ısırık izi analizinde kullanılan temel substrattır. Ancak biyolojik yapısı gereği hem bireyler arası hem de yara iyileşme süreçleri açısından değişkenlik göstermesi nedeniyle, ölçülemeyen ve kontrol edilemeyen değişkenler barındırmaktadır. Bu da deriyi, adli analiz açısından zayıf ve güvenilir bir ölçü materyali haline getirmektedir. Ölüm sonrası ısırık izlerinin değerlendirilmesi ise, bu sorunları daha da artırmaktadır.

Etik ve pratik sınırlılıklar nedeniyle şiddet içeren gerçek ısırık senaryolarının doğrudan çalışmalara dahil edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle, canlı yavru domuz modelleri, insan dermal ısırık izlerine en yakın alternatif olarak önerilmektedir (Avon vd., 2010).

Avon vd., (2010) çalışmalarında ayrıca, hata oranlarının sadece teknik yöntemden değil; uzmanın deneyim düzeyi, diş yapısının özellikleri ve mevcut kanıtların kalitesi gibi birçok faktörden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, ısırık izi analizinde görüş bildiren uzmanların eğitim düzeyi, sertifikasyonu ve düzenli yeterlilik testlerinden geçmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Ancak, grup

olarak hatta bireysel düzeyde diplomalı adli uzmanların bile kritik hata yapabildiği, analiz güvenilirliği konusunda temkinli olunması gerektiğini göstermektedir.

Ramos vd., (2019) BitePrint isimli yazılımın, adli ısırik izi analizinde yarı otomatik değerlendirme sunduğunu belirtmiştir. Bu yazılım, ısırik izlerindeki her bir dişin morfolojisini sayısal olarak modellemekte ve çeşitli metrik parametreleri (örneğin kanin mesafesi, rotasyonel açı, eksantriklik düzeyi) hesaplayarak ısırik örüntüsünün dijital bir profilini oluşturmaktadır. Bu profil, diş kalıplarıyla eşleştirmede kullanılmak üzere karşılaştırmalı analiz olanağı sağlamaktadır. BitePrint'in bir diğer önemli özelliği, 3D diş dökümlerinden elde edilen ısırma kenarlarını da analiz edebilmesi ve bu verileri diş kalıplarıyla karşılaştırılabilir hale getirmesidir. Böylece yazılım, ısırik izini, karşılaştırma için kullanılabilecek geometrik katsayılar dizisine dönüştürerek sayısal bir temel sunar. Bununla birlikte, hata olasılığı tamamen ortadan kaldırılamasa da BitePrint yazılımının geçerliliği, gerçek adli vakalarda kurbanların ciltlerindeki ısırik izlerinin fotoğraflarına dayalı olarak ve mahkeme kararlarına atıfla test edilmiştir. Isırık izi analizinde kullanılan çeşitli yöntemler bulunmasına rağmen, bu yöntemlerden hiçbiri adli diş hekimliği camiasında ideal yaklaşım olarak ortak bir kabul görmemektedir. Cilt üzerindeki diş izlerinin oluşturduğu girintiler, önemli miktarda adli veri içerebilir ve bu nedenle şüpheli kişilerin diş yapılarının belirlenmesinde yüksek adli değere sahiptir. Ancak, ısırik izi analizine yönelik teknolojik gelişmelere rağmen, yalnızca sınırlı sayıda çalışmada 2D veya pseudo-3D görüntüleme ve fotogrametri tekniklerinin etkinliği değerlendirilmiştir. Bu bağlamda BitePrint yazılımı, diş izlerini standardize edilmiş geometrik parametrelerle tanımlayarak hem 2D hem de 3D analiz olanağı sunan bir araç olarak değerlendirilmektedir. Ancak adli doğruluk açısından daha fazla validasyon çalışmasına ihtiyaç duyulduğu açıktır. (Ramos vd., 2019).

Reesu ve Brown (2016)'ın çalışmasında, adli odontologlar arasında ısırik izi değerlendirmelerinde önemli tutarsızlıklar olduğu vurgulanmıştır. Bu tutarsızlıklar, hem deneyimli uzmanlar arasında zaman içinde bireysel görüş farklılıkları olarak ortaya çıkmış hem de insan ve hayvan ısıriklerinin yanı sıra yetişkin ve çocuk ısırik izlerinin ayrımında değişkenlik göstermiştir. Bu durum, ısırik izi kanıtlarının yorumlanmasında son derece dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir. Sonuç

olarak, çalışma, aynı ısırık izi vakası üzerinde adli odontologlar arasında belirgin görüş farklılıklarının bulunduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmamızda uygulanan tüm yöntemler ısırık izi analizlerinin güvenilirliğine katkı sağlamayı amaçlamıştır. Bu nedenle hem literatürde öncüllerin teknikleri değerlendirilmiş hem de yenilikçi bir bakış açısı oluşturulmaya çalışılmıştır. Laboratuvar ortamında ısırık izinin remodellingi ve analizinde başarı sağlanmış olsa da hem ısırık izi simülatörünün hem de uygulanan yöntemin ileriki aşamalarda in vivo çalışmalarının yapılması gerektiği değerlendirilmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Isırık izleri üzerine yapılan çalışmalar, ısırık izinin doğasından dolayı ortaya çıkan ve pek çok farklı parametreden köken alan sorunları ortaya koymuş ve bu sorunlara dayanarak ısırık izi delilinin güvenilirliğini tartışmıştır. Çalışmamızda ısırık izi analizlerinde tespit edilen zorluklar ortaya konmuş ve bu zorlukların ortadan kaldırılması veya azaltılmasını sağlamaya yönelik yeni bir cihaz tasarımı yapılmış ve yeni bir yöntem önerilmiştir. Elde edilen sonuçlarla temelde, ısırık izlerinin delil niteliğinin güvenilirliğinin artırılması hedeflenmiştir.

Çalışmamızda insan ısırık izi simülatörü geliştirilmiş, Ankara Üniversitesi tarafından ulusal patenti alınmış ve uluslararası patent başvurusu yapılmıştır. İnsan ısırık izi simülatörü ile elde edilen en önemli kazanım çene eklemine ilişkin üç boyutlu hareket, açı ve basınçların değiştirilebilmesi sayesinde herhangi bir ısırık izinin remodele edilebilmesinin sağlanmasıdır. Hem temporomandibular eklem hem de alt çenenin açılarının değiştirilebilmesi analiz edilen izin hangi fiziksel pozisyonda yapıldığını ortaya koyacak ve ne şekilde ısırılmış olursa olsun, kapalı grup içinde failin tespitini sağlayacaktır. Bu işlemin aynı zamanda laboratuvar ortamında ve düşük maliyetle sağlanması ise ısırık izi analizlerini hem kolaylaştıracak hem de iki boyutlu bakış açısından çıkararak güvenilirliğini artıracaktır.

Üç boyutlu bir alanda oluşan izin iki boyuta indirgenerek incelenmesinden kaynaklanan sorunların ortadan kaldırılması için insan ısırık simülatörü ile ilk adım atılmış olsa da yeterli değildir. İnsan ısırık izi simülatörü primer distorsiyonun ayrıntılandırılmasını sağlamayı amaçlamaktadır ancak insan ısırık simülatörünün bu konudaki etkinliğinin in vivo çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Öte yandan analiz esnasında ortaya çıkan sekonder distorsiyonun da tam olarak tespiti önemlidir. Çalışmamızda bu noktada, ağız içi tarayıcı kullanılarak ısırık izinin üç boyutlu yapısının değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Isırık izi analizinde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri olan uzman sübjektivitesi ise bilgisayar programı vasıtasıyla yapılan karşıtırmalarla ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Eldeki bir ısırık izini sabit bir modelden kâğıt üzerine alınan izle karşılaştırıp, fotoğrafını çekerek karşılaştırmak yerine, ağız içi tarayıcıyla elde edilen üç boyutlu görüntüyü, insan ısırık izi simülatörü ile tam pozisyonuna ve basıncına uygun şekilde oluşturulan izle, bilgisayar programında karşılaştırmanın daha kesin sonuçlar ortaya koyacağı ve bu sayede ısırık izi delilinin kıymetini yitirmeden adalete hizmet etmesinin sağlanabileceğı görüşündeyiz.

Sonuç olarak, ısırık izi delilinin güvenilirliğinin artırılabilmesi için dayanıklı ve belgelenmiş fiziksel verilerle çalışılması, uluslararası protokollerle sınırların çizilmesi ve eldeki bulgunun tekrar yorumlanabilmesini sağlayacak tekniklerin geliştirilmesi gerektiğı kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

- Acharya, D., ve Nilendu, D. (2025). From Anatomy to Analysis: Current Trends and Future Directions in Bite Mark Forensics. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology, 19(2).* <https://doi.org/10.37506/ijfmt.v19i2.18715>
- Aky rek, G. (2012) Ceza yargılamasında hukuka aykırı delillerin değerlendirilmesi sorunu. Union Of Turkish Bar Associations Review, 101, 61.
- AlReshaid, R. M., Bukhadher, M. F., Alabdullah, A. A., Janardanan, R. P., ve Masadomi, H. (2019). A comparative study of trends in human bite mark analysis methods: A systematic review. *Saudi Dent J*, 31.
- Alsaleh, M., Alkhayyat, S., Aljaser, F., Almutairi, M., ve Almaghlooth, A. (2021). Post-transplant chimerism detection in buccal epithelium: A forensic concern. *Forensic Science International: Genetics*, 52, 102486. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2021.102486>
- Alsaleh, M., Alkhayyat, S., Aljaser, F., Almutairi, M., ve Almaghlooth, A. (2021). Post-transplant chimerism detection in buccal epithelium: A forensic concern. *Forensic Science International: Genetics*, 52, 102486. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2021.102486>
- Al-Talabani, N., Al-Moussawy, N. D., Baker, F. A., ve Mohammed, H. A. (2006). Digital analysis of experimental human bitemarks: application of two new methods. *Journal of Forensic Sciences*, 51(6), 1372-1375. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00265.x>
- American Board of Forensic Odontology (ABFO). (2025, 30 Ocak). Standards and Guidelines for Evaluating Bitemark. (2017). <https://abfo.org/wp-content/uploads/2012/08/ABFO-Standards-Guidelines-for-Evaluating-Bitemarks-Feb-2018.pdf>
- American Board of Forensic Odontology [ABFO]. (2018). Standards and Guidelines for Evaluating Bitemarks. <https://abfo.org/resources/guidelines/>
- Avon, S. L., Victor, C., Mayhall, J. T., ve Wood, R. E. (2010). Error rates in bite mark analysis in an in vivo animal model. *Forensic Science International*, 201(1-3), 45-55. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.04.016>
- Başlar, Y. (2022). Ceza Muhakemesinde İspat. Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi, 12(2), 1383-1399. DOI: 10.32957/hacettepehdf.1106041
- Berger, B., Parson, R., Clausen, J., Berger, C., Nachbaur, D., ve Parson, W. (2013). Chimerism in DNA of buccal swabs from recipients after allogeneic hematopoietic stem cell transplantations: implications for forensic DNA testing. *International journal of legal medicine*, 127, 49-54. DOI 10.1007/s00414-012-0687-5
- Birtek, F. (2017). *AIHM, Anayasa Mahkemesi ve Yargıtay kararları ışığında ceza muhakemesinde delil ve ispat*. Ankara: Adalet Yayınevi.
- Blackwell, S. A., Taylor, R. V., Gordon, I., Ogleby, C. L., Tanijiri, T., Yoshino, M., ... ve Clement, J. G. (2007). 3-D imaging and quantitative comparison of human dentitions and simulated bite marks. *International Journal of Legal Medicine*, 121, 9-17. <https://doi.org/10.1007/s00414-005-0058-6>

- Blouin, A. G. and Askar, M. (2022). Chimerism analysis for clinicians: a review of the literature and worldwide practices. *Bone marrow transplantation*, 57(3), 347-359. <https://doi.org/10.1038/s41409-022-01579-9>
- Brook, A. H. (2009). Dental anomalies of number, form and size: their prevalence in British schoolchildren. *Journal of the International Association of Dentistry*, 30(1), 22–26.
- Bundy v. State, 455 So.2d 330 (Fla. 1984). Retrieved from <https://law.justia.com/cases/florida/supreme-court/1984/59157-0.html>
- Bush, M. A., Bush, P. J., Sheets, H. D., ve Dorion, R. B. J. (2011). Statistical evidence for the similarity of the human dentition. *Journal of Forensic Sciences*, 56, 118–123. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01628.x>
- Bush, M. A., Cooper, H. I., ve Dorion, R. B. (2010). Inquiry into the scientific basis for bitemark profiling and arbitrary distortion compensation. *Journal of forensic sciences*, 55(4), 976-983. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01394.x>
- Bush, M. A., ve Bush, P. J. (2015). Digital imaging in forensic odontology. *Forensic Science International*, 249, 187–192. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.02.021>
- Bush, P., ve Bush, M. A. (2010). Forensic odontology: A global perspective. In J. A. Siegel, P. J. Saukko, ve G. C. Knupfer (Eds.), *Encyclopedia of Forensic Sciences* (2nd ed., pp. 395–401). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374513-2.00155-4>
- Bush, P., ve Sheets, H. D. (2012). Bitemarks: Distortion and covariation of the maxillary and mandibular dentition as impressed in human skin. *Forensic Science International*. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.05.002>
- Caplan, R. M. (1990). How fingerprints came into use for personal identification. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 23(1), 109-114. [https://doi.org/10.1016/0190-9622\(90\)70194-M](https://doi.org/10.1016/0190-9622(90)70194-M)
- Ceceloğlu, T., Kasımoğlu, Y., ve Gencay, K. (2020). Dijital dental fotoğrafçılık. *7tepe Klinik Dergisi*, 17(1), 75-81. <https://doi.org/10.5505/yeditepe.2021.15238>
- Centel, N. ve Zafer, H. (2024). *Ceza muhakemesi hukuku* (22. baskı). İstanbul: Beta Basım Yayın.
- Centel, T., Zafer, H. (2023). *Ceza Muhakemesi Hukuku* (9. bası). İstanbul: Beta Yayınları.
- Chandler, D. (2013). The reliability and admissibility of fingerprint and bitemark analyses. *Buff. Pub. Int. LJ*, 32, 41.
- Chintala, L., Manjula, M., Goyal, S., Chaitanya, V., Hussain, M. K., ve Chaitanya, Y. C. (2018). Human bite marks—a computer-based analysis using adobe photoshop. *Journal of Indian Academy of Oral Medicine and Radiology*, 30(1), 58-63. https://doi.org/10.4103/jiaomr.jiaomr_87_17
- Christoloukas, N., Mitsea, A., Rontogianni, A., Papadakis, E., ve Angelopoulos, C. (2024). Evaluation of bitemark analysis's potential application in forensic identification: a systematic review. *Diagnostics*, 14(11), 1180. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14111180>
- Cobertura, J., ve Spencer, M. (2025). Bite mark analysis: A brief overview. **Journal of Oral and Forensic Research.** <https://doi.org/10.1097/JORR.0000000000000123>
- Columbia Engineering. (2024). AI discovers that not every fingerprint is unique. <https://www.engineering.columbia.edu/about/news/ai-discovers-not-every-fingerprint-unique>

- Çekiç Nagaş, İ., ve Eğilmez, F. (2018). The Permanent Maxillary and Mandibular Premolar Teeth. Dental Anatomy. InTech.
- Daumas, B., Xu, W. L., ve Bronlund, J. (2005). Jaw mechanism modeling and simulation. Mechanism and Machine Theory, 40(7), 821-833. <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2004.12.011>
- de Sainte Croix, M. M., Gauld, D., Forgie, A. H., ve Lowe, R. (2016). Three-dimensional imaging of human cutaneous forearm bite marks in human volunteers over a 4 day period. Journal of Forensic and Legal Medicine, 40, 34-39. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2016.02.003>
- De Stefano, M., ve Ruggiero, A. (2024). A critical review of human jaw biomechanical modeling. Applied Sciences, 14(9), 3813. <https://doi.org/10.3390/app14093813>
- Delibalta, H. Ceza muhakemesinde maddi deliller ve cinsel saldırı suçlarında ispat (Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi, Türkiye.
- Dentalcare.com. (2025). Bite Marks – Forensic Dentistry. <https://www.dentalcare.com/en-us/professional-education/ce-courses/ce401>
- Desranleau, S. and Dorion, R. B. (2011). Bite marks: physical properties of ring adhesion to skin—phase 1. Journal of Forensic Sciences, 56, S214-S219. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01604.x>
- DeVore, M. S., Budowle, B., ve Chakraborty, R. (2013). Validation of methods for bitemark imaging and comparison. Journal of Forensic Sciences, 58(2), 381–388. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12050>
- Dinler, V. (2018). Ceza Muhakemesinde Delillerin Toplanması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Erkol, Z., ve Baydar, C. L. (2000). Adli diş hekimliğinde uygulama olanakları ve eğitim gereksinimi. Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences, 6(1), 38–43. <https://dergipark.org.tr/en/pub/clinics>
- Evans, C. S., Chintala, S. S., ve Maji, A. (2018). Computer-assisted methods in bite mark analysis. Journal of Forensic Odontostomatology, 36(1), 22–29.
- Evans, S., Baylis, S., Carabott, R., Jones, M., Kelson, Z., Marsh, N., ... ve Kemp, A. (2014). Guidelines for photography of cutaneous marks and injuries: a multi-professional perspective. Journal of Visual Communication in Medicine, 37(1-2), 3-12. <https://doi.org/10.3109/17453054.2014.911152>
- Fearnhead, R. W. (1960). Experiments on bitemarks in foodstuffs and flesh. NIST Internal Report.
- Fidya, F. and Swastirani A. (2019). Differences of inter-canine distance on dental cast model, wax impression tracing, radiograph of dental impression tracing, and dental cast tracing methods of human bite mark. Padjadjaran Journal of Dentistry. 2019; 31(1): 47-52. <https://doi.org/10.24198/pjd.vol31no1.16614>
- Fournier, G., Savall, F., Galibourg, A., Gély, L., Telmon, N., ve Maret, D. (2020). Three-dimensional analysis of bitemarks: a validation study using an intraoral scanner. Forensic Science International, 309, 110198. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110198>
- Franco, A., Willems, G., Souza, P. H. C., Bekkering, G. E., ve Thevissen, P. (2015). The uniqueness of the human dentition as forensic evidence: a systematic review on the technological methodology. International Journal of Legal Medicine, 129, 1277-1283. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1109-7>

- Franco, A., Willems, G., Souza, P. H. C., Coucke, W., ve Thevissen, P. (2017). Uniqueness of the anterior dentition three-dimensionally assessed for forensic bitemark analysis. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 46, 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2017.01.006>
- Gedik, D. (2019). Ceza muhakemesinde hâkimin delilleri değerlendirme serbestliği (CMK M. 217). *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, Prof. Dr. Durmuş TEZCAN'a Armağan, 21, 913-963.
- Ghodastra, D. H. (2023, September 18). Orthodontics – Angle's classification. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK592395/>
- Golden, G. S. (2017). Standards and practices for bite mark photography. *Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 35(1), 15–22. <https://www.iofos.eu/JFOS/JFOS%20issues/JFOS%2035-1.pdf>
- Goodwin, D., Pretty, I. A., ve Sweet, D. (2019). The use of technology in bite mark analysis. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 61, 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2018.11.007>
- Gopinath, A., Ranganathan, K., ve Vidya, M. (2021). Oral microbiome in forensic odontology: A pilot study. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 13(1), 24–29. https://doi.org/10.4103/jfo.jfds_11_20
- Gödekli, M. (2016). Türk Ceza Muhakemesinde maddi gerçeğe ulaşmanın ön koşulu olarak hukuka aykırı delillerin değerlendirilmesi yasağı. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 65(4), 1815-1924.
- Gökçen, A. ve Çakır, K. (2019). Ceza muhakemesinde delil, delillerin muhafazası, toplanması, değerlendirilmesi ve delil yasakları. Prof. Dr. Durmuş TEZCAN'a Armağan, Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 21, 2911-2951.
- Hyde, E. R., Haarmann, D. P., Lynne, A. M., Bucheli, S. R., ve Petrosino, J. F. (2014). The living dead: bacterial community structure of a cadaver at the onset and end of the bloat stage of decomposition. *PloS one*, 8(10), e77733. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077733>
- İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi. (2021). Adli Diş Hekimliği Uygulama Protokolleri. <https://researchgate.net>
- Jain, A. K., Bolle, R., ve Pankanti, S. (2006). (2025, 10 Nisan) Biometrics: Personal identification in networked society. Springer. [https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=veid=Xn_uBwAAQBAJveoi=fnd&vpg=PP7&vedq=6.%09Jain,+A.+K.,+Bolle,+R.,+%26+Pankanti,+S.+\(2006\).+Biometrics:+Personal+identification+in+networked+society.+Springer.veots=9hS7afF1Zjvesig=IAIkvhX29r8dQ-hnd23nW6g8YcEveredir_esc=y#v=onepage&vq=6.%09Jain%2C%20A.%20K.%2C%20Bolle%2C%20R.%2C%20%26%20Pankanti%2C%20S.%20\(2006\).%20Biometrics%3A%20Personal%20identification%20in%20networked%20society.%20Springer.vef=false](https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=veid=Xn_uBwAAQBAJveoi=fnd&vpg=PP7&vedq=6.%09Jain,+A.+K.,+Bolle,+R.,+%26+Pankanti,+S.+(2006).+Biometrics:+Personal+identification+in+networked+society.+Springer.veots=9hS7afF1Zjvesig=IAIkvhX29r8dQ-hnd23nW6g8YcEveredir_esc=y#v=onepage&vq=6.%09Jain%2C%20A.%20K.%2C%20Bolle%2C%20R.%2C%20%26%20Pankanti%2C%20S.%20(2006).%20Biometrics%3A%20Personal%20identification%20in%20networked%20society.%20Springer.vef=false)
- Johnson, A., Pandey, A., ve Parikh, P. V. (2018). A comparative study on human and domestic animal bitemark patterns: An aid in forensic investigation. *Indian Journal of Veterinary Research*, 27(2), 1–6.
- Jovanovic, N., Petrovic, B., Kojic, S., Sipovac, M., Markovic, D., Stefanovic, S., ve Stojanovic, G. (2019). Primary teeth bite marks analysis on various materials: A possible tool in children health risk analysis and safety assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13), 2434. <https://doi.org/10.3390/ijerph16132434>
- Kanchan, T., Shetty, M., ve Nagesh, K. R. (2015). Bite mark analysis in forensic casework. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(8), ZC08–ZC11. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/14477.6314>

- Karakehya, H. (2016). Dolaylı maddi gerçek: ceza muhakemesinde yargılama makamının maddi gerçeğe deliller aracılığıyla ulaşma zorunluluğu üzerine. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi*, (27), 59-82.
- Karakoca, N. E., ve Aşçıoğlu, F. (2018). Türkiye’de Adli Diş Hekimliği Uygulamaları. *Türkiye Klinikleri Adli Tıp ve Adli Bilimler Özel Dergisi*, 9(2), 102–108. <https://turkiyeklinikleri.com/article/tr-turkiyede-adli-dis-hekimligi-uygulamalari-77230.html>
- Kaur, K. P., Kundu, S., Bagchi, S., Gayen, S., ve Pal, M. (2022). Bite mark analysis-a crucial forensic evidence. *Oral ve Maxillofacial Pathology Journal*, 13(2).
- Kocaoğlu, E. (2021). Isırık İzi Analizinde Kullanılan Yöntemlerin Vaka Bazlı Değerlendirilmesi. [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr>
- Maloth, S. and Ganapathy, K. S. (2011). Comparison between five commonly used two-dimensional methods of human bite mark overlay production from the dental study casts. *Indian Journal of Dental Research*, 22(3), 493. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.87079>
- Martin-de las Heras, S., Valenzuela, A., Javier Valverde, A., Torres, J. C., ve Luna-del-Castillo, J. D. (2007). Effectiveness of comparison overlays generated with DentalPrint© software in bite mark analysis. *Journal of Forensic Sciences*, 52(1), 151-156. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00321.x>
- McNamee, A. H., ve Sweet, D. (2003). Adherence of forensic evidence: Bite mark collection. *Journal of Forensic Sciences*.
- Merlino, M. L., Fraire, J. C., ve Russo, M. G. (2020). Forensic veterinary medicine: Differentiating human and animal bite marks. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 69, 101887. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2019.101887>
- Mohammed, F., Fairozekhan, A. T., Bhat, S., ve Menezes, R. G. (2023, August 14). Forensic odontology. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing. US National Library of Medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540984/>
- Murmann, D. C., Brumit, P. C., Schrader, B. A., ve Senn, D. R. (2006). A comparison of animal jaws and bite mark patterns. *Journal of Forensic Sciences*, 51(4), 846-860.
- Naether, S., Buck, U., Campana, L., Breitbeck, R., ve Thali, M. (2012). The examination and identification of bite marks in foods using 3D scanning and 3D comparison methods. *International Journal of Legal Medicine*, 126, 89-95. <https://doi.org/10.1007/s00414-011-0580-7>
- National Institute of Standards and Technology [NIST]. (2023). Bitemark Analysis: A NIST Scientific Foundation Review (NIST IR 8352). <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8352>
- National Institute of Standards and Technology. (2023). Bitemark analysis: A NIST scientific foundation review (NIST IR 8352). <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8352>
- National Research Council. (2009). Strengthening forensic science in the United States: A path forward. National Academies Press.
- Nayak, A., ve Tamgadge, S. (2022). Alveolar bone: As a valuable evidence in forensic investigations – a review. *Academic Journal of Anthropological Studies*, 5(1), 9–14.
- Neumann, C. (2012). Statistics and probabilities as a means to support fingerprint examination. Lee and Gaensslen’s advances in fingerprint technology, 407-452. <https://doi.org/10.1017/S0269889700003343>

- Neumann, C. (2012). Statistics and probabilities as a means to support fingerprint examination. Lee and Gaensslen's advances in fingerprint technology, 407-452. <https://doi.org/10.1017/S0269889700003343>
- Neville, B. W., Damm, D. D., Allen, C. M., ve Chi, A. C. (2015). Oral and Maxillofacial Pathology (4th ed.). Elsevier.
- NIST. (2020). Forensic bite mark analysis: Evaluation of forensic sciences in practice. National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8306>
- NIST/CSAFE Thinkshop Report. (2020). Forensic bitemark analysis scientific review. NIST IR.
- Ni Annaidh, A., Bruyere, K., Destrade, M., Gilchrist, M. D., ve Ottenio, M. (2013). Characterising the anisotropic mechanical properties of excised human skin. ArXiv. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1302.3022>
- Özbek, V., Doğan, K., Bacaksız, P., (2024). Ceza muhakemesi hukuku (17. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Pallam, N. K., Boaz, K., Natrajan, S., Raj, M., Manaktala, N., ve Lewis, A. J. (2016). Computer-based method of bite mark analysis: A benchmark in forensic dentistry?. Journal of Forensic Dental Sciences, 8(1), 32-39. <https://doi.org/10.4103/0975-1475.176944>
- Pandey, H., ve Pathak, H. M. (2020). Forensic Dental Evidence in a Case of Sexual Assault and Homicide of a Minor Girl in India: A Case Report. Journal of Indian Academy of Forensic Medicine, 42(3), 231-233. <https://doi.org/10.5958/0974-0848.2020.00060.3>
- Patil, S., Rao, R. S., ve Raj, T. (2013). A comparison between manual and computerized bite-mark analysis. Journal of Advanced Oral Research, 4(3), 1-5.
- Pileičikienė, G., ve Surna, A. (2004). The human masticatory system from a biomechanical perspective: A review. Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal, 6(3), 81-84.
- PocketDentistry. (2016). Classification of malocclusions. Retrieved from <https://pocketdentistry.com/classification-of-malocclusions/>
- President's Council of Advisors on Science and Technology. (2016, September). Forensic science in criminal courts: Ensuring scientific validity of feature comparison methods. Executive Office of the President.
- Pretty, I. A. (2006). The use of bite mark analysis in forensic odontology. Journal of Forensic Sciences, 51(2), 469-472. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00084.x>
- Pretty, I. A. (2006). The use of bite mark analysis in forensic odontology: A review of the literature. Journal of Forensic Sciences, 51(5), 1114-1119. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00226.x>
- Pretty, I. A. and Sweet, D. (2001). The scientific basis for human bitemark analyses-A critical review. Science ve Justice, 41(2), 85-92. [https://doi.org/10.1016/s1355-0306\(01\)71859-x](https://doi.org/10.1016/s1355-0306(01)71859-x)
- Pretty, I. A., ve Sweet, D. (2001). A look at forensic dentistry-Part 1: The role of teeth in the determination of human identity. British Dental Journal, 190 (7), 359-366. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4800972>
- Pretty, I. A., ve Sweet, D. (2001). A paradigm shift in the analysis of bitemarks. Forensic Science International, 201, 38-44. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(10\)00432-5](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(10)00432-5)

- Proffit, W. R., Fields, H. W., ve Larson, B. (2018). *Contemporary Orthodontics* (6th ed.). Elsevier.
- Przystańska, A., Lorkiewicz-Mużyńska, D., Rychlik, M., Glapiński, M. ve Żaba, C. (2015). The effectiveness of 2D and 3D methods in the analysis of experimental bite marks. *Dental and Medical Problems*, 52(1), 86–92. DOI: 10.17219/dmp/30274
- Raj, R., Anjum, R., Vijay, P., Lahoria, N., Singh, P., ve Khanam, W. (2024). Artificial intelligence in forensic odontology: A review. *IP International Journal of Maxillofacial Imaging*, 10(3), 96–99. <https://doi.org/10.18231/j.ijmi.2024.021>
- Rajendran, S., Jayalakshmi, S., Navinkumar, B., ve Yoganandam, K. (2021). Part design modifications to improve productivity in a dental chewing simulation testing machine. *Materials Today: Proceedings*, 37, 1685-1689. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.238>
- Ramos, B., Torres, J. C., Molina, A., ve Martin-de-las-Heras, S. (2019). A new method to geometrically represent bite marks in human skin for comparison with the suspected dentition. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 51(2), 220-230. <https://doi.org/10.1080/00450618.2017.1356869>
- Rawson, R. D., Ommen, R. K., Kinard, G., Johnson, J., ve Yfantis, A. (1984). Statistical evidence for the individuality of the human dentition. *Journal of Forensic Sciences*, 29, 245–253.
- Recognition of Bitemark Analysis – A Review. (2023). *Forensic Science International*. <https://doi.org/10.1111/0000-0000.2023>
- Reesu, G. V. and Brown, N. L. (2016). Inconsistency in opinions of forensic odontologists when considering bite mark evidence. *Forensic Science International*, 266, 263-270. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.06.002>
- Resmî Gazete. (1983). (2025, 3 Mart) Polisin adli görevlerinin yerine getirilmesinde delillerin toplanması, muhafazası ve ilgili yerlere gönderilmesi hakkında yönetmelik. RG Tarih: 17.02.1983, Sayı: 17962 <https://www.tcmvzuat.com/normlar/polisin-adli-gorevlerinin-yerine-getirilmesinde-delillerin-toplanmasi-muhafazasi-ve-ilgili-yerlere-gonderilmesi-hakkinda-yonetmelik/>
- Resmî Gazete. (2004, 17 Aralık). Ceza Muhakemesi Kanunu (5271 sayılı Kanun). T.C. Resmî Gazete, Sayı: 25673. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/12/20041217.htm>
- Rizwal, A. A., Azahar, N., Reduwan, N. H., ve Yusof, M. Y. P. M. (2021). Superimposed polygonal approximation analysis comparing 2D photography and 3D scanned images of bite marks on human skin. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 11, 1-5. <https://doi.org/10.1186/s41935-021-00233-7>
- Saks, M. J., Risinger, D. M., Rosenthal, R., ve Thompson, W. C. (1989). Admissibility of Expert Testimony. *Science*, 243(4894), 1443–1448. <https://doi.org/10.1126/science.243.4894.1443>
- Scott, G. R., ve Irish, J. D. (2017). *Human Tooth Crown and Root Morphology: The Arizona State University Dental Anthropology System*. Cambridge University Press.
- Senn, D. R., ve Weems, R. A. (2013). *Manual of Forensic Odontology* (4th ed.). CRC Press.
- Sheasby, D. R. (2025). An evidence-based methodology for the analysis and comparison of human bite marks in skin with teeth. *Medical Research Archives*, 13(1).
- Sheasby, D. R. and MacDonald, D. G. (2001). A forensic classification of distortion in human bite marks. *Forensic Science International*, 122(1), 75-78. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00433-9](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00433-9)

- Sheasby, D. R., ve MacDonald, D. G. (2001). A forensic classification of distortion in human bite marks. *Forensic Science International*, 122(1), 75–78. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00434-8](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00434-8)
- Shebah, C., Sheethal, A., Harshita, B. R., Preethi, P., ve Kumar Prasanna, R. K. R. (2022). A review on bite marks in forensic dentistry. *Austin Journal of Dentistry*, 9(1), Article 1167.
- Sheets, H. D., Bush, P. J., ve Bush, M. A. (2006). Metric analysis of bite mark characteristics: A demonstration of the use of a mathematical algorithm in forensic odontology. *Journal of Forensic Sciences*, 51(3), 687–692. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00133.x>
- Sognaes, R. F., et al. (1982). Dental comparisons in monozygotic twins. *International Journal of Forensic Odontology*.
- Souviron, R. (2009). Bite mark evidence and the Ted Bundy case. Dr. Harris Dental Forensics Lecture Series, University of Florida. <https://drharrisdentalmuseum.org/ted-bundy-case>
- Souviron, R., ve Haller, L. (2020). Forensic odontology: Bitemark evidence. In J. Berketa (Ed.), *Forensic Odontology: Principles and Practice* (pp. 133–148). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37188-8_9
- Suppelt, S., Chadda, R., Schäfer, N., Sader, R., ve Kupnik, M. (2021). Sensor for bilateral human bite force measurements. In 2021 IEEE Sensors (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SENSOR47087.2021.9639818>
- T.C. Adalet Bakanlığı. (2004, 4 Aralık). Ceza Muhakemesi Kanunu [Kanun No. 5271]. Resmî Gazete, 17 Aralık 2004. Sayı 25673. Erişim adresi: <https://www.lexpera.com.tr/resmi-gazete/metin/ceza-muhakemesi-kanunu-25673-5271/1>
- T.C. Adalet Bakanlığı. (2005, 1 Haziran). Ceza Muhakemesinde Beden Muayenesi. Genetik İncelemeler ve Fizikî Kimliğin Tespiti Hakkında Yönetmelik (Resmî Gazete, sayı 25832). Erişim adresi: <https://cigm.adalet.gov.tr/Resimler/SayfaDokuman/1222021143204Ceza%20Muhakemesinde%20Beden%20Muayenesi%20Genetik%20%C4%B0ncelemeler%20ve%20Fizik%20Kimli%C4%9Fin%20Tespiti%20Hakk%C4%B1nda%20Y%C3%B6netmelik.pdf>
- Tai, M. W., Chong, Z. F., Asif, M. K., Rahmat, R. A., ve Nambiar, P. (2016). A comparative study between xerographic, computer-assisted overlay generation and animated-superimposition methods in bite mark analyses. *Legal Medicine*, 22, 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2016.07.009>
- Ten Cate, A. R. (2013). *Oral Histology: Development, Structure, and Function* (8th ed.). Elsevier.
- Toker E., Kılıçarslan M.A., Adli bilimlerde yapay zekânın rolü, *Adli Bilimler Dergisi / Turkish Journal of Forensic Sciences*, 21 (2): 22-30; 2022.
- Türk Dil Kurumu (TDK). (2024). (2025,3 Şubat) Türkçe Sözlük (Yayın No: 150). <https://sozluk.gov.tr>
- Türkiye Büyük Millet Meclisi. (1982). Türkiye Cumhuriyeti Anayasası. Resmî Gazete, 09.11.1982 tarih ve 17863 sayılı. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2709.pdf>
- Ubelaker, D. H., ve Anderson, K. (2016). Ultraviolet techniques for forensic photography. *Journal of Forensic Sciences*, 61(4), 1094–1099. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13162>
- University of North Carolina School of Government. (2023). 624.1 Bite Mark Analysis. <https://www.sog.unc.edu>

- Vale, R. D., ve Marx, G. (2017). Forensic bitemark identification: weak foundations. *Forensic Sciences Research*, 2(2), 63–65. <https://doi.org/10.1080/20961790.2017.1330735>
- Veyta, F., Yuniastuti, M., Suhartono, A. W., ve Auerkari, E. I. (2022,). Human bite mark analysis: review of advantage computer-assisted procedure. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2537, No. 1). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0097979>
- Walter, R. A. (1984). Psychological understanding of bite mark behavior: anger-impulsive, sadistic, ego-cannibalistic. *International Journal of Forensic Odontology*, 5, 39–46.
- White, S. C., ve Pharoah, M. J. (2020). *Oral Radiology: Principles and Interpretation* (8th ed.). Mosby.
- Whittaker, D. K., Brickley, M. R., ve Evans, L. (1998). A comparison of the ability of experts and non-experts to differentiate between adult and child human bite marks using receiver operating characteristic (ROC) analysis. *Forensic Science International*, 92(1), 11-20. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(97\)00198-9](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(97)00198-9)
- Wright, J. T., Carrion, I. A., ve Morris, C. (2015). The molecular basis of hereditary enamel defects in humans. *Journal of Dental Research*, 94(1), 52–61.
- Yılmaz, A. M. (2022). Overlay Yöntemiyle Isırık İzi Tanımlamasında Pilot Deneysel Çalışma. [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi]. <https://nek.istanbul.edu.tr>
- Yılmaz, E. Ç. ve Sadeler, R. (2021). A literature review on chewing simulation and wear mechanisms of dental biomaterials. *Journal of Bio-and Tribo-Corrosion*, 7(3), 91. <https://doi.org/10.1007/s40735-021-00529-0>

EKLER

1. Üç boyutlu tarama verilerini içeren bir adet USB bellek

