



T.C.

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

**ÇAP FARKI OLAN MİKROCERRAHİ ANASTOMOZLARDA
ÜÇGEN FLEP TEKNİĞİNİN DİĞER TEKNİKLERLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Jale ÖZDEMİR

**PLASTİK REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ
ANABİLİMDALİ
UZMANLIK TEZİ**

KOCAELİ – 2013

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**ÇAP FARKI OLAN MİKROCERRAHİ ANASTOMOZLARDA
ÜÇGEN FLEP TEKNİĞİNİN DİĞER TEKNİKLERLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Jale ÖZDEMİR

PLASTİK REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ
ANABİLİMDALI
UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. M. Şahin ALAGÖZ
Anabilim Dalı Başkanı: Doç. Dr. Tonguç İŞKEN

3.3.4.1 ETİK KURUL ONAYI: 18.12.2012-HADYEK 10/3

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim sırasında, cerrahi bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi tarihi, etiği hakkında kendisinden çok şey öğrendiğim Anabilim Dalı Başkanımız, ağabeyim **Sayın Doç. Dr. Tonguç İşken' e**,

Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi'ye farklı bir pencereden bakmamı sağlayan, tezimin hazırlanmasında büyük emeği geçen, bilgi, deneyim, destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, tez danışmanım, ağabeyim **Sayın Doç. Dr. Şahin Alagöz'e**,

Uzmanlık eğitimim sırasında, Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, cerrahi disiplini, hastalara karşı olan saygısını her zaman örnek aldığım, adaletine güvendiğim, ağabeyim **Sayın Doç. Dr. Hakan Ağır'a**

Benden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen **Sayın Doç. Dr. Cenk Şen'e ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Çiğdem Ünal'a**,

Tezimin histopatolojik incelemeler bölümüne özverili ve özenli çalışmalarıyla katkıda bulunan **Sayın Yrd. Doç. Dr. Çiğdem Vural'a ve Sayın Arş. Gör. Dr. İrem Ö. Türedi'ye**

Tezimin istatistiksel incelemeler bölümüne yardımcı olan, abla sevgisini her zaman hissettiğim **Sayın Doç Dr. Deniz Şahin'e**

Tezimin bilgisayar destekli tasarım, modelleme ve analizlerini yapan **Sayın Doç. Dr. Yasin Kişioğlu'na ve Öğretim Görevlisi Sayın Kadir Gök'e**

Deneyisel çalışmamın resmedilmesi safhasında bana yardımcı olan sevgili arkadaşım **Dr. Emrah Kaan Yaşar'a** ve sevgili ağabeyim **Uzm. Dr. İ. Murat Onyedi'ye**, İngilizce çevirilerimde yardımını esirgemeyen sevili kardeşim **Dr. Erkan Atak'a** altı yıl süren uzmanlık eğitimim sırasında birlikte dostluk ve dayanışma içinde çalıştığımız Anabilim Dalımızdaki değerli araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Tüm öğrenim hayatım boyunca benden desteklerini ve sevgilerini eksik etmeyen büyük **aileme, oğlum Mahir'e** ve en çok da **eşim Murat'a** teşekkürü borç bilirim.

Saygılarımla
Dr. Jale Özdemir

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

I.ÖNSÖZ	III
II.İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	IV
III.ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
IV.TABLOLAR DİZİNİ.....	XI
V. GRAFİKLER DİZİNİ	XII
1 AMAÇ VE KAPSAM.....	1
2 GENELBİLGİLER.....	3
2.1 MİKROVASKÜLER CERRAHİ TARİHİ.....	3
2.1.1 CERRAHİDE MİKROSKOBUN TARİHİ.....	7
2.2 DAMAR DUVARI ANATOMİSİ.....	8
2.3 MİKROVASKÜLER ANASTOMOZDA İYİLEŞME.....	9
2.4 DAMARLARDA ÇAP FARKI.....	11
2.5 ÇAP FARKI OLAN ANASTOMOZLARDA KULLANILAN YÖNTEMLER.....	11
2.5.1 MEKANİK DİLATASYON TEKNİĞİ.....	12
2.5.2 EĞİMLİ KESİ TEKNİĞİ.....	12
2.5.3 BALIK AĞZI KESİSİ TEKNİĞİ.....	13
2.5.4 YAN DAL SEVİYESİNDEN KESİ TEKNİĞİ.....	14
2.5.5 TELESKOPİK (SLEEVE) ANASTOMOZ TEKNİĞİ.....	15
2.5.6 GENİŞ DAMAR AĞZINI DARALTMA TEKNİĞİ	16
2.5.7 ORTAK AĞIZ TEKNİĞİ.....	18
2.5.8 VEN GREFTİ TEKNİĞİ.....	18
3 GEREÇ VE YÖNTEM.....	20
3.1 DENEY MODELİ.....	21
3.2 DENEKLER VE GRUPLANDIRILMASI.....	22
3.3 CERRAHİ TEKNİK.....	23
3.3.1 ANASTOMOZA HAZIRLIK.....	23
3.3.2 EĞİMLİ KESİ TEKNİĞİ İLE ANASTOMOZ	25
3.3.3 BALIK AĞZI KESİSİ TEKNİĞİ İLE ANASTOMOZ	27
3.3.4 GENİŞ DAMAR AĞZINI DARALTMA TEKNİĞİ İLE ANASTOMOZ.....	28
3.3.5 TRIANGULER FLEP TEKNİĞİ İLE ANASTOMOZ.....	29
3.4 DEĞERLENDİRME.....	32
3.4.1 KLİNİK DEĞERLENDİRME.....	32
3.4.1.1 ANASTOMOZ ZAMANI.....	32
3.4.1.2 KANAMA ZAMANI	33
3.4.1.3 SÜTÜR SAYISI.....	33
3.4.1.4 GEÇİRGENLİK ORANLARI.....	33
3.4.2 İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME.....	33

3.4.3	HİSTOPATOLOJİK DEĞERLENDİRME.....	34
3.4.3.1	LÜMEN ÖZELLİKLERİ.....	34
3.4.3.2	TROMBÜS VARLIĞI.....	35
3.4.3.3	ENDOTELYAL DÖKÜLME VE PROLİFERASYON.....	35
3.4.3.4	İNTİMA VE MEDİA ÖZELLİKLERİ.....	35
3.4.3.5	İNFLAMASYONUN VARLIĞI VE HÜCRE ÖZELLİKLERİ.....	35
3.4.3.6	DAMAR DUVARINDA KALSİFİKASYON VARLIĞI.....	36
3.4.3.7	LÜMENDE VE DAMAR DUVARINDA SÜTÜR VARLIĞI.....	36
3.4.3.8	HİSTOPATOLOJİK EK BULGU.....	36
3.4.4	MEKANİK DEĞERLENDİRME.....	36
3.4.4.1	YÜKLEME VE SINIR ŞARTLARI.....	38
3.4.4.2	HEMODİNAMİK MODELLEME.....	40
3.4.4.3	TRIANGULER FLEP TEKNİĞİNİN MATEMATİKSEL MODELLEMESİ....	43
4	BULGULAR.....	45
4.1	KLİNİK DEĞERLENDİRME SONUÇLARI.....	45
4.1.1	ANASTOMOZ ZAMANI.....	45
4.1.2	KANAMA ZAMANI.....	46
4.1.3	SÜTÜR SAYISI.....	47
4.1.4	GEÇİRGENLİK ORANLARI.....	48
4.2	HİSTOPATOLOJİK DEĞERLENDİRME SONUÇLARI.....	50
4.2.1	LÜMEN ÖZELLİKLERİ.....	50
4.2.2	TROMBÜS VARLIĞI.....	52
4.2.3	ENDOTELYAL DÖKÜLME VE PROLİFERASYON.....	53
4.2.4	İNTİMA VE MEDİA ÖZELLİKLERİ.....	56
4.2.5	İNFLAMASYONUN VARLIĞI VE HÜCRE ÖZELLİKLERİ.....	58
4.2.6	DAMAR DUVARINDA KALSİFİKASYON VARLIĞI.....	59
4.2.7	LÜMENDE VE DAMAR DUVARINDA SÜTÜR VARLIĞI.....	60
4.2.8	HİSTOPATOLOJİK EK BULGU.....	61
4.3	MEKANİK DEĞERLENDİRME SONUÇLARI.....	62
4.3.1	KAN AKIŞ HIZI.....	63
4.3.2	TÜRBÜLANS KİNETİK ENERJİ VE TÜRBÜLANS GİRDAP DAĞILIMI.....	63
4.3.3	BASINÇ VE DUVAR KAYMA GERİLMESİ.....	65
5	TARTIŞMA.....	67
6	SONUÇ.....	81
7	ÖZET.....	83
8	ABSTRACT.....	85
9	KAYNAKLAR.....	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 1: Antik Hindistan’da yaşamış, cerrah Sushruta Samhita.....	3
ŞEKİL 2: Hallowell’in devamlılığı bozulmayan arterde yapmış olduğu damar onarımı.....	4
ŞEKİL 3: Buncke ve Schulz’un ürettikleri 10 mikron çaplı iğne.....	5
ŞEKİL 4: 1968 yılında Mc-Lean ve Buncke tarafından omentum flebi ile yapılan skalp onarımı.....	6
ŞEKİL 5: Dr. Gazi Yaşargil.....	6
ŞEKİL 6: (A)Dr. Ayan Gülgönen, (B)Dr. Lütfü Baş.....	7
ŞEKİL 7: Üç katmandan oluşan damar duvar yapısı.....	8
ŞEKİL 8: Mekanik dilatasyon tekniği.....	12
ŞEKİL 9: (A)Eğimli kesi tekniğinde, 30 ⁰ ’lik açıyla kesilen küçük damar distal ucu, (B)30 ⁰ ’lik açıyla kesilen küçük damarın tekrar klemplenmesi.....	13
ŞEKİL 10: Balık ağzı kesisi tekniği.....	14
ŞEKİL 11: Yan dal seviyesinden kesi tekniği.....	14
ŞEKİL 12: Açık ‘Y’ tekniği.....	15
ŞEKİL 13: Teleskopik (sleeve) teknik.....	16
ŞEKİL 14: Çeşitli teleskopik anastomoz teknikleri.....	16
ŞEKİL 15: Geniş damar ağzını sütürle daraltma tekniği.....	17
ŞEKİL 16: Geniş olan damar ağzından kısmi eksizyon yapılarak sağlanan çap uyumu.....	17
ŞEKİL 17: Ortak ağız tekniği.....	18
ŞEKİL 18: İnterpozisyonel ven grefti.....	19
ŞEKİL 19: Çap farkının oluşturulduğu deney modeli.....	21
ŞEKİL 20: (A)Cerrahi sahanın operasyona hazır hale getirilmesi, (B)Karın orta hat sağ lateraline yapılacak uzunlamasına kesinin çizimi.....	23
ŞEKİL 21: Kasık yağ yastıkçığının medialden laterale kaldırılışından sonra görülen femoral damar sinir paketi.....	24
ŞEKİL 22: (A)Femoral arterin bağlanması ve anastomozahazırlanması,(B)Abdominal aortanın bağlanması ve anastomoza hazırlanması.....	24
ŞEKİL 23: Minimal adventisya temizliği yapıldıktan sonra, anastomoz yapılmak üzere klemplen, (kırmızı ok)abdominal aorta ve (sarı ok)femoral arter.....	25

ŞEKİL 24: 30 ⁰ 'lik eğime uygun olarak kesilen (sarı ok)femoral arter distal ucu....	26
ŞEKİL 25: (A)Damarların anastomoza hazırlanan uçları tekrar klemlendi, (B)Eğimli kesi tekniğinde anastomoz sonrası akım.....	26
ŞEKİL 26: (sarı ok)Küçük damar çapına sahip femoral arterde 0 ⁰ ve 180 ⁰ 'lere yapılan iki adet uzunlamasına kesi.....	27
ŞEKİL 27: Balık ağzı kesisinin en dip köşelerine atılan sütürler.....	27
ŞEKİL 28: Balık ağzı kesisi tekniğinde anastomoz sonrası akım.....	28
ŞEKİL 29: Abdominal aortanın çapının, (kırmızı ok)eksizyon ve sütürler sonrasında femoral artere eşitlenmesi.....	28
ŞEKİL 30: Geniş damar ağzını daraltma tekniğinde anastomoz sonrası.....	29
ŞEKİL 31: (A)(sarı ok) Femoral arterde planlanan uzunlamasına kesi, (B)(sarı ok) Femoral arter distal ucunda yapılan uzunlamasına kesi.....	29
ŞEKİL 32: (A)(sarı ok) Femoral arter kesi kenarlarının yanlara açılarak abdominal aorta ile ölçülmesi, (B)(sarı ok) Femoral arter çapını, abdominal artere eşitleyen üçgen şekilli bir defekt.....	30
ŞEKİL 33: (A)(kırmızı ok), (B)(kırmızı ok) Abdominal aortada üçgen flebin Çizimi.....	30
ŞEKİL 34: (A)(kırmızı ok), (B)(kırmızı ok) Abdominal aortada yapılan üçgen flep.....	31
ŞEKİL 35: (A)(kırmızı ok) Abdominal aortada oluşturulan flebin, femoral arterdeki üçgen defekt içine yerleştirilmesi ve ilk olarak üçgen flebin taban sütürlerininatılması, (B)(kırmızı ok) Abdominal aortada oluşturulan flebin, femoral arterdeki üçgen defekt içine yerleştirilmesi ve üç sütür ile defekte adaptasyonu.....	31
ŞEKİL 36: (A)(kırmızı ok) Anoztomozun tamamlanmış hali hali (B) Üçgen flep tekniği ile yapılan anastomoz sonrasında akım.....	32
ŞEKİL 37: Her bir anastomoz tekniği için oluşturulan dokuz farklı çap kombinasyonu.....	37
ŞEKİL 38: Çap kombinasyonları sonrasında tüm anastomoz tekniklerinin geometrik modelleri.....	38
ŞEKİL 39: Sonlu hacim modeli için gerçekleştirilen ağ (mesh) işlemi.....	39
Şekil 40: Sonlu hacim modeli.....	40

Şekil 41: Laminer akımda hız dağılımının girişten itibaren değiştiği ve sabit kaldığı kısımlar.....	41
Şekil 42: Süreklilik denklemi.....	42
Şekil 43: Damar içindeki türbülanslı akışta hız dağılımı.....	43
Şekil 44: Üçgen flep tekniğinde damarların matematiksel modeli.....	44
Şekil 45: Histopatolojik preparatlarda, çeşitli oranlarda lümen açıklık oranları, (A)Lümen tamamen açık (H&E x 40) (L:Lümen), (B)Lümen belirgin endotel proliferasyonu ile daralmış görünümde (H&E x 100) (L:Lümen), (C)Lümen trombüs ile kısmen kapalı görünümde (H&E x 40) (L:Lümen), (D)Lümen trombüs ile tamamına yakın kapalı görünümde (H&E x 40) (L:Lümen).....	51
Şekil 46: Histopatolojik preparatlarda, var olan trombüsün özellikleri, (A)Fibrin trombüs (H&E x 100), (B)Sellüler trombüs (H&E x 100), (C)Sellüler –rekanalize trombüs (H&E x 100) (yıldız: rekanalize olduğu alanlar).....	54
Şekil 47: Histopatolojik preparatlarda endotelyal dökülme, (A)Lümen sol tarafta kısmi endotelyal dökülme (H&E x 200) (Ok: endotelyal hücreleri) (L:Lümen), (B)Tam endotelyal dökülme (H&E x 100).....	55
Şekil 48: Değişen oranlarda endotelyal proliferasyon, Tek ok: Normal endotel (H&E x 100), Çift ok: Hafif-orta endotel proliferasyonu (H&E x 100), Kalın ok: Belirgin endotel proliferasyonu (H&E x 100).....	56
Şekil 49: Histopatolojik preparatlardaki intima ve media değişiklikleri, (A)İntimal ayrışma (H&E x 100) (A:ayrışma) (L:Lümen), (B)Media ayrışması (H&E x 200)(A:ayrışma) (L:Lümen), (C)Belirgin intimal-medial hasar (H&E x 100) (L:Lümen).....	57
Şekil 50: Histopatolojik preparatlardaki inflamasyon, (A)(Ok)Media ve adventisyadaki hafif lenfo-histiyoitik infiltrasyon (H&E x 200), (B)(Ok)Nötrofil lökositlerinde eşlik ettiği yoğun medial –adventisyal infiltrasyon (L:Lümen).....	59
Şekil 51: (Ok)Mediada lokalize kalsifikasyon odağı (H&E x 200) (L:Lümen).....	60
Şekil 52: (Siyah ok)Media ve adventisyada lokalize sütür materyalleri.....	60
Şekil 53: Histopatolojik ek bulgular, (A)Geniş damar ağzını daraltma tekniğindeki, bir ratın damar cidarında görülen lenf nodu, (B)Geniş damar ağzını daraltma tekniğinde, damar cidarında lenf nodu görülen rata ait histopatolojik preparatta; tespit	

edilen mantar spor ve hifaları (H&E x 400), (C)(**Kırmızı ok**)Yabancı cisim tipi dev hücreler, (**Sarı ok**)Hemosiderin yüklü makrofajlar (H&E x 200).....**61**



TABLÖLAR DİZİNİ

TABLO 1: Her bir grup ve grupta yer alan denek sayısı.....	22
TABLO 2: Her bir grubun ortalama $\pm$ SD anastomoz süreleri.....	46
TABLO 3: Grupların 5. dak., 15. dak., ve 14. günlerdeki geçirgenlik oranlarının sayısal olarak değerleri.....	49
TABLO 4: Küçük damar çapının, büyük damar çapına oranlanması ile elde edilen değerler.....	62



GRAFİKLER DİZİNİ

GRAFİK 1: Grupların ortalama $\pm$ SD anastomoz süreleri	46
GRAFİK 2: Kanama zamanlarınının yapılan gruplamaya bağlı olarak gösterilmesi .	47
GRAFİK 3: Anastomoza hazırlık aşamasında, anastomoz sırasında ve kanama zamanı değerlendirmesinde tekrar dikiş gerektiren kanamalarda atılan toplam sütür sayılarının ortalama değerleri	48
GRAFİK 4: Yapılan anastomozların; gruplara göre, 5. dak., 15. dak. ve 14. günlerdeki geçirgenlik durumları	50
GRAFİK 5: Tüm gruplarda; anastomoz hattını içeren damar lümenlerinin histopatolojik değerlendirilmesi ile verilen ortalama açıklık oranları.....	52
GRAFİK 6: Grupların ortalama $\pm$ SD inflamasyon skorları.....	58
GRAFİK 7: Tüm anastomoz tekniklerinde kanın anastomoz geçiş bölgesi sonrası damardan çıkış hızı değerleri.....	63
GRAFİK 8: Tüm anastomoz tekniklerinde, kanın damar içerisindeki akışına göre oluşan türbülans kinetik enerji değerler.....	64
GRAFİK 9: Tüm anastomoz tekniklerinde, kanın damar içerisindeki akışına göre oluşan türbülans değerleri.....	65
GRAFİK 10: Tüm anastomoz tekniklerinde, kanın damar duvarına yaptığı basınç değerleri.....	66
GRAFİK 11: Tüm anastomoz tekniklerinde, kanın damar duvarına yaptığı kayma gerilmesi değerleri.....	66

1.AMAÇ VE KAPSAM

Günümüz dünyasındaki modern toplumlarda; makine, araç ve silah teknolojilerinin ileri derecede gelişmesi ve kullanımlarının artması ile birlikte, insan yaşamını tehlikeye sokacak ciddi ve kompleks yaralanmalarında oranı artmaya başlamıştır. Ancak gelişen teknoloji, tıp alanında etkilemiş ve bu yaralanmaların tedavisine olanak sağlayan rekonstrüktif cerrahinin gelişimini de hızlandırmıştır.

Hastalıkların ve tümörlerin oluş biçimlerinin ve davranışlarının detaylı olarak öğrenilmesi, tedavilerinin de en üst düzeyde yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Özellikle tümör tedavisinde önemli yeri bulunan cerrahinin üst düzeyde uygulanıyor olması; çoğu zaman insan sağkalım süresini uzatmakla birlikte, serbest doku aktarımlarını zorunlu kılan doku eksiklikleri yaratmıştır.

Serbest doku nakillerinin 1950'lerde yapılmaya başlanması rekonstrüktif cerrahi için önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bu önemli gelişme; mikroskop teknolojisi ile birlikte sütür materyalleri ve cerrahi enstrümanların gelişimiyle sağlanmıştır. Daha fazla teknik yenilik ve mikrovasküler anatominin daha iyi anlaşılması, mikrocerrahi uygulamalarının giderek daha komplike olmasını ¹ ve birçok merkezde % 100 başarı oranıyla yapılmasını sağlamıştır². Bir mikrovasküler anastomozun başarısızlığı, deneyim gerektiren, pahalı olan ve uzun zaman alan rekonstrüktif cerrahinin de başarısızlığını da beraberinde getirir. Uzun kayıpları, flep kayıpları, geciken yara iyileşmeleri ve hastanede yatış süresinin artışı da hasta bazında ilk akla gelen önemli kayıplardır.

Mikrocerrahi anastomozların başarısını etkileyen en önemli nedenler, cerrahi deneyimsizlik ve teknik yetersizliklerdir. Teknik yetersizliklerin arasında; yanlış sütür materyali seçimi³, yanlış iğne tipi seçimi⁴, uygun olmayan büyütme kullanımı^{5,6}, anastomoz hattındaki gerginlik⁷ ve damarların çap uyumsuzlukları bulunmaktadır^{5, 6, 8, 9, 10}.

Çap uyumsuzluğu üzerine yapılan deneysel çalışmalar çok sık olmamakla birlikte, klinikte çok karşılaştığımız bir problemdir. Çap farkı olan damarlara yapılan anastomozlar sonrasında, birçok problem oluşabilmektedir. Anastomoz sonrası

gelişen damar katlanmaları, anastomoz yapılan iki damar arasında açılanmaların olması, fazla s  t  r materyali kullanılması ile artan tromb  s ihtimali ve anastomoz sonrasında damar   aplarında meydana gelen ani değişmeler bu problemlerden bazılarıdır. Anastomoz sonrasında damar   aplarında oluşan ani değişmeler; kan akımını etkilemekte ve kan akış ayrılmaları ile girdap oluşumuna yol a arak trombosit k  meleşmesine ve birikimine neden olmaktadır^{11, 12}. Sağlıklı damar yapısında ve   ap farkı olmayan damarlara yapılan anastomozlar sonrasında bu değişiklikler genellikle g  r  lmezken, yapılan anastomozların geometrik   zellikleri ve boyutlarında, sağlıklı bir akış i in b  y  k   nem taşımaktadır.

Anastomoz sırasında   ap farkıyla karşılaşan cerrahın bu durumu   ok iyi değerlendirip hızlı ve sağlıklı akış sağlayan bir     m yolu bulması gerekmektedir. T  m bu nedenlerden dolayı; ileri derecede   ap farkı olan anastomozlarda da kullanabilecek, sağlıklı akış sağlayan, yeni bir teknik tarif etmek ve geometrik modellemesini yapmak amacıyla bu deneysel   alışmayı yaptık.

GENEL B  LG  LER

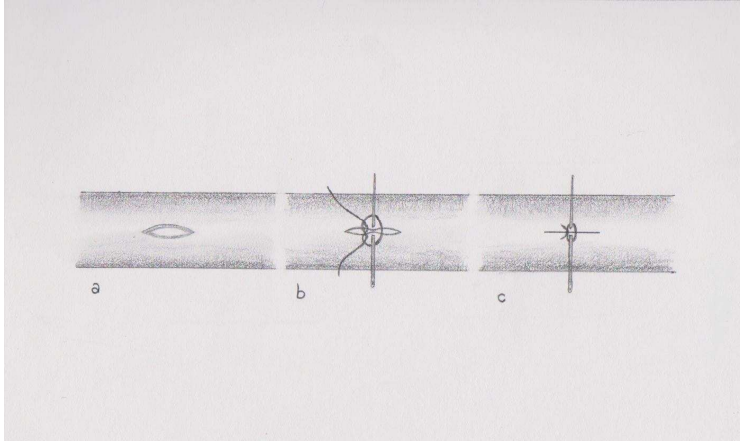
2.1 MİKROVASKÜLER CERRAHİ TARİHİ

Başlangıcı oldukça eskiye dayanan vasküler cerrahi, ilk olarak kanama kontrolü girişimleriyle başlar. Antik Hindistan'da büyük bir cerrah olan Sushruta, kan damarlarını ligate etmeyi başaran ilk isim olmuştur¹³ (Şekil 1). MS 2. yüzyılda Antik Efes'te Ruphus ve Galen ile MS 6. yüzyılda Amida'nın Aetius'un kanayan damarları bağlayarak durdurdukları bilinmektedir¹⁴. 1550'lere ait Ambroise Paré'nin kanamayı durdurmak amacıyla yaptığı ligasyon uygulamalarını içeren belgeler bulunmaktadır¹⁵.



Şekil 1: Antik Hindistan'da yaşamış, cerrah Sushruta Samhita (Kaynak 16)

Tarihteki ilk damar rekonstrüksiyonu için girişim Hallowell tarafından 1762'de rapor edilmiştir¹⁷. Hallowell, devamlılığı bozulmayan aksiller arter yaralanmasının onarımını; kesi dudaklarından geçirdiği iğnenin altından, iplik sararak yapmış sonrasında ise iyileşme tamalanınca, iğneyi yerinden çıkartmıştır¹⁸ (Şekil 2). Sütürler koyarak damar onarımı işlemi ilk defa N. V. Eck tarafından 1877 yılında gerçekleştirilmiştir¹⁵.



Şekil 2: Hallowell'in devamlılığı bozulmayan arterde yapmış olduğu damar onarımı

1896 ve 1897 yıllarında sırasıyla Briau ve Murphy, tam arter kesilerini tek tek atılan sütürlerle başarıyla onarmışlardır. Yine 1897 yılında Murphy hasarlı damarları onarmak için ilk olarak uçlardan birini diğerinin içine geçirme tekniğini tanımlamıştır¹⁹.

İnsanda ilk uç-uca arter anastomozunu 1899'da Kümmell uygulamıştır¹⁷.

Carrel ve Guthrié birlikte yaptığı çalışmalarla vasküler anastomoz ve organ nakilleri alanlarında çığır açmışlardır²⁰. 1908 yılında bu ikili hayvan modelinde ilk başarılı alt ekstremité replantasyonunu gerçekleştirmişler ve bu çalışmalarıyla 1912 yılında Nobel Tıp ve Fizyoloji Ödülü'nü kazanmışlardır¹⁹. Ayrıca Carrel 0°, 120° ve 240°'lere konulan üç askı dikişini kullanarak triangulasyon tekniğini tarif etmiştir.

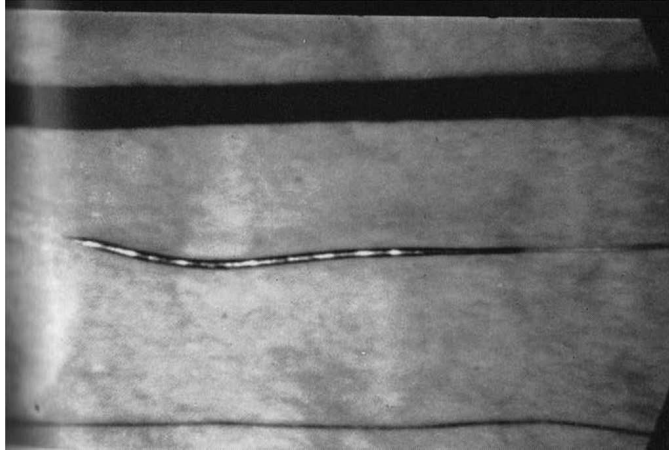
1932'de Pupini, damar uçlarının dikiş sırasında hasarlandığını düşünerek metal bir çubuk üzerine yerleştirdiği iki klemp ile ilk aproksimatörü yapmıştır²¹.

Mikrocerrahinin oluşmaya başlaması ve ilerlemesi ise; mikroskop kullanımına başlanması, operasyon alet ve sütürlerinin gelişimiyle devam etmiştir. İkinci Dünya Savaşı ve Kore Savaşı sırasında teknolojiye yapılan yatırımlar tıbbi aletlerinde gelişimine katkı sunmuştur. Bu katkılarla birlikte damar hasarlı ekstremité amputasyonları % 50'lerden, % 20'lere düşmüştür²². İkinci Dünya Savaşı ve Kore Savaşı sırasında 3 mm'ye kadar olan damarlarda pek çok anastomoz yapılmıştır. Fakat mikrovasküler cerrahide dönüm noktası 1960 yılında Jacobson ve Suarez'in mikroskobun küçük damar tamirindeki önemini göstermesi ile olmuştur. Çalışmacılar 1,4 mm çapındaki tavşan damarlarında 7/0 ipek dikiş ile %100

anastomoz başarısı elde etmişlerdir²³. “Mikrovasküler anastomoz” terimi ilk defa Jacobson tarafından kullanılmıştır¹⁹.

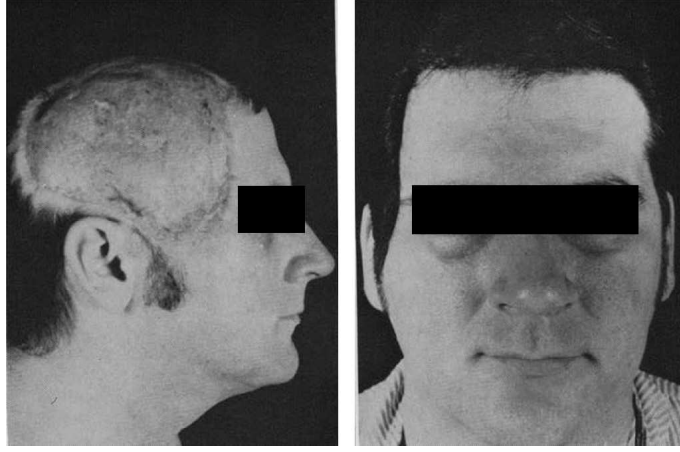
1962 yılında Malt ve McKhan, 1963 yılında Chen ve Chien ilk başarılı ön kol replantasyonu olgularını yayınlamışlardır²⁴. 1963 yılında Kleinert ve Kasdan subtotal ampute bir başparmakta revaskülarizasyon olgularını yayınlamışlardır²⁵. 1964 yılında Nakayama ve 1965 yılında Jurkiewicz ve Saidenberg serbest jejenum flebi ile özofagus onarımı olgularını bildirmişlerdir. Bunlar tarihteki ilk başarılı serbest flepler olarak kabul edilirler¹⁵.

Buncke ve Schulz (10 mikron çaplı naylon iplik üretmeleri ve kendi mikrocerrahi aletlerini yapmaları sonrasında) tarihte ilk kez deneysel olarak ampute olmuş bir dokuyu 1 mm’den küçük damarları anastomoz ederek yaşatmayı başarmışlardır^{23,26} (Şekil 3).



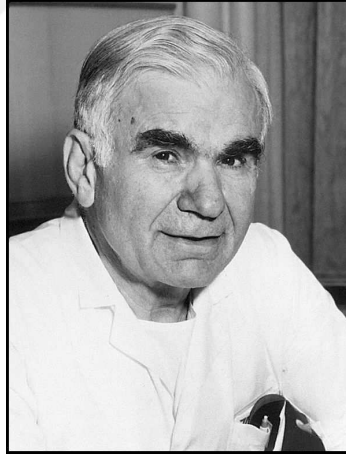
Şekil 3: Buncke ve Schulz’un ürettikleri 10 mikron çaplı iğne (Kaynak 23)

Susumi ve Tamai 1965 yılında ilk başarılı parmak replantasyonu olgularını yayınlamışlardır²⁷. Rekonstrüktif cerrahide çığır açan serbest doku aktarımları, Mc Lean ve Buncke tarafından omentumun skalpe transferi ile 1968 yılında da devam etmiştir^{14,23} (Şekil 4). İnsanda ilk başarılı serbest cilt flebi 1973 yılında Daniel ve Taylor tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu ikili groin serbest flebini, alt ekstremiteye transfer ederek, mikrovasküler cerrahinin elektif kullanımında başlatmışlardır²⁸.



Şekil 4: 1968 yılında Mc-Lean ve Buncke tarafından omentum flebi ile yapılan skalp onarımı (Kaynak 23)

Ülkemizde de dünyada hızla gelişen mikrocerrahi teknikleri yakından takip edilmiş ve başarıyla uygulanmıştır. Yaşargil; mikrocerrahi tekniklerini, beyin cerrahisi alanına taşıyarak ilk yüzeysel temporal arter-orta serebral arter anastomozunu uygulamıştır²⁹ (Şekil 5). 1978 yılında ise ilk replantasyon ve ayaktan ele parmak transferi Gülgönen tarafından gerçekleştirilmiştir^{14, 19, 30} (Şekil 6A). İlk serbest fibula transferi ise Baş tarafından 1988 yılında yapılmıştır^{14, 19, 30} (Şekil 6B).



Şekil 5: Dr. Gazi Yaşargil (Kaynak 31)

İnsan vücudunda oluşan defektlerin, benzer dokularla ve en az morbidite ile rekonstrükte edilme uğraşları sonucunda Taylor'un “ anjiozom “ tanımlamasıda kabul görmeye başlamıştır. Anjiozom konseptine dayalı serbest ve perforatör flepler artık günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır^{32, 33}. Böylece “süpermikrocerrahi” kavramı ortaya çıkmış ve rekonstrüksiyon merdivenini tersine döndürerek her defektin serbest aktarım ile onarılabilmesini mümkün hale gelmiştir³⁴.



Şekil 6: (A)Dr. Ayan Gülgönen (Kaynak 35), (B)Dr. Lütfü Baş (Kaynak 36)

Günümüzde artık çapı 0,3 mm'ye kadar inen damarlarda başarıyla anastomoz yapmak mümkünken³⁷ yinede, ameliyatın başarısına engel oluşturabilen, ileri derecede çap uyumsuzluklarında kullanılabilecek ideal bir teknik henüz tanımlanmamıştır.

Bu nedenden dolayı Anabilim Dalımız'da tanımlanmış, büyük oranlardaki çap uyumsuzlarında kullanılması hedeflenmiş üçgen flep tekniğini, klinikteki çap uyumsuzluklarında sıkça kullanılan tekniklerle karşılaştırmak ve geometrik modellemesini yapmak için deneysel olarak çalıştık.

2.1.1 CERRAHİDE MİKROSKOBUN TARİHİ

İlk basit mikroskop 1590 yılında Zacharia Jassen tarafından yapılmıştır. Mikrobiyoloji, patoloji, histoloji ve v.b. bilim dallarında kullanılan mikroskobu 1921 yılında cerrahide ilk kullanan hekim Carl-Olaf Nylen'dir. Nylen 1921 yılında monooküler mikroskobu tavşan operasyonlarında kullanmıştır^{15, 38, 39}. Nylen'in şefi Holmgreen ise 1922'de mikroskop ile kulak ameliyatları yaparak, mikroskobu klinikte ilk kullanan kişi olmuştur¹⁴. Littman'ın tasarladığı odak mesafesi değiştirilebilen, portatif operasyon mikroskobu Zeiss firması tarafından 1953

yılından itibaren seri olarak üretilmiş ve özellikle kulak ve göz operasyonlarında yoğun olarak kullanılmıştır¹⁵.

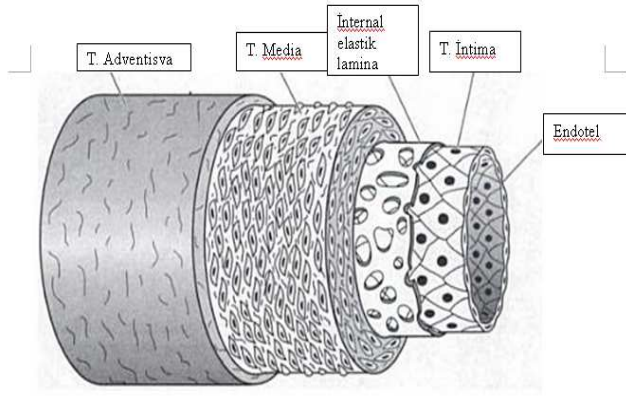
Barraquer ve Perritt oftalmik cerrahi girişimlerinde, mikroskop altında kornea dikişi uygulayan ilk cerrahlardır. Jacobson ve Suarez 1960 yılında ameliyat mikroskopunu ilk olarak mikrovasküler cerrahide kullanmışlar ve 1,4 milimetre çaplı damarlarda onarım yapmışlardır²³. 1965’de Fisher’in deneysel organ transplantasyonlarında ve Yaşargil’in beyin cerrahisinde ameliyat mikroskopunu kullandığını görmekteyiz.

Mikroskop teknolojisindeki bu önemli gelişmeler, mikrocerrahi uygulamalarının giderek daha komplike olmasını ve günümüzde artık tam başarı ile yapılmasını sağlamıştır.

2.2 DAMAR DUVARI ANATOMİSİ

Damarlar içten dışa intima, media ve adventisya olmak üzere 3 katmandan oluşur⁴⁰ (Şekil 7).

Tunika intima: damarların iç yüzeyini döşeyen endotelial hücrelerinin oluşturduğu bir kattır⁴⁰. Endotel hücreleri kan geçişini düzenleyen yarı geçirgen bir örtüdür. Bu hücreler bazal lamina üzerinde bulunurlar. Endotel tabakasında oluşacak bir yaralanma pıhtılaşma mekanizmasının intrensek yolunun tetiğini çeker ve trombositler mediatörler aracılığı ile yaralı alanda trombüs oluştururlar. Bu sırada salgılanan ADP, prostoglandin, 5HT ve trombin nedeniyle de lokal vazokonstriksiyon yaratılır⁴¹. Endotelin altında seyrek düz kas hücrelerini içeren, gevşek bağ dokusunun oluşturduğu subendotelial tabaka bulunur.



Şekil 7: Üç katmandan oluşan damar duvar yapısı (Kaynak 40)

Tunika media: bir mukopolisakkarit zemin üzerine yerleşmiş heliks biçiminde dizili düz kas hücrelerinin konsantrik tabakalarından oluşur⁴⁰. Bu kas hücreleri arasında elastik ve retiküler lifler ile proteoglikan yapılar vardır. Tunika media damarın en sağlam katmanıdır ve damar çapı azaldıkça bu katmanın kalınlığı göreceli olarak artar. Bu katmandaki düz kas hücreleri sinirsel uyarıya cevap verirler ve damar çapında değişikliğe yol açarlar.

Tunika adventisya: longitudinal dizilimli kollojen ve elastik liflerden oluşur. Tunika adventisyadaki kollojen Tip-1 kollojendir⁴⁰. Adventisya içinde tunika media'ya ulaşan damarlar, sinirler ve lenfatikler bulunur.

2.3 MİKROVASKÜLER ANASTOMOZDA İYİLEŞME

Damar iyileşmesi intima, media ve adventisya tabakalarının bütünlüğünü sağlamasıyla gerçekleşir⁴². Anastomoz sonrası onarım ve yenilenme sürecinin anlaşılması ile anastomozların açık kalma oranlarında artış olmuş ve böylece replantasyonu yapılan ya da nakledilen dokunun sağkalımlarında artmıştır.

Anastomoz sonrası birkaç dakika içinde, hasarlı olan epitelyum tabakası üzerinde trombositler görülmeye başlanır⁴³. Görülen bu trombositlerin arasında, endotel yenilenmesi için zemin oluşturan fibrinojen ve eritrosit hücreleride vardır⁴⁴. Trombosit birikimi ilk dört-altı saat boyunca devam eder ve daha sonra trombosit

sayısı azalmaya başlar. Üçüncü ve yedinci günlerde trombositler belirgin olarak azalır ve duvar yapısında görülemezler⁴².

Anastomoz sonrası birkaç saat içinde alana lökosit hücreleri yerleşmeye başlar. İlk baştaki çekirdekli hücrelerin yerini yavaş yavaş fagositler ve çok çekirdekli hücreler almaya başlar. Nötrofiller onarımı takip eden saatlerde anastomoz bölgesinde çoğalmaya başlar ve üçüncü günden sonra yerlerini makrofajlara bırakırlar. Makrofajlar üçüncü ve yedinci günler arasında belirgin olarak gözlenirler ve sonra sayıları giderek azalır. Beşinci günde anastomoz hattı trombosit, fibrin ve lökositlerden oluşan psödointima ile kaplıdır. Bunun anlamı anastomoz sonrasında inflamatuvar aşamaya geçilmeye başlanmış olmasıdır. Üçüncü günden sonra endotelizasyon belirgin hale gelir⁴².

Endotel tabakasının kaynağı ile ilgili şu teoriler mevcuttur^{15, 45, 46, 47, 48}:

- 1) Anastomoz kenarlarındaki sağlam endotellerin anastomoz hattına ilerlemesi,
- 2) Tunika mediadaki düz kas hücrelerinin endotel hücrelerine dönüşmesi,
- 3) Tunika adventisyadaki fibroblast hücrelerinin endotel hücrelerine dönüşmesi,
- 4) Kanda bulunan kök hücrelerinin bölgeye gelerek endotel hücrelerine dönüşmesi.

Ondördüncü günde endotel yenilenmesinin geç bulguları görülmeye başlanır ve başlangıçta düzensiz yapıda olan endotel tabakası, sekizinci haftadan itibaren yeniden şekillenmeye başlar⁴². Media tabakası üçüncü ve dördüncü hafta içinde düz kas proliferasyonu ile iyileşir. Damar kasılma yeteneğini, bu iyileşme süreci sonunda kısmi olarak kazanır¹⁵.

Khoad 1970 yılında kedi arterinde yaptığı uç-uca anastomozda; intimada hiperplazi, mediada fibrozis ve adventisyada kalınlaşma gözlemlemiş ve damar duvarının incelendiğini ve anastomoz hattının genişlediğini belirtmiştir⁵⁰.

Baxter ve O'Brien'in 1972 yılında yaptıkları çalışmada; sütürler arasında kalan media tabakasında nekroz geliştiğini ve intimada gelişen hiperplazinin ise aslında subendotelyal tabakada artan düz kas hücre sayısı olduğunu göstermişlerdir^{19, 51}.

Damarlardaki cerrahi travmanın etkisini önce Acland ve Trachtenberg araştırmış ve damar klemplerinin arasında kalan endotelin tamamen döküldüğünü ayrıca bu noktalarda aşırı media nekrozu olduğunu tespit etmişlerdir⁵². Daha sonrasında ise Thurston ve Buncke media nekrozu oluşabilmesi için klemp basıncının 30gr/m²' den fazla olması gerektiğini savunmuşlardır^{19, 53}.

Urbinak ise; anastomozlarda ince dikiş materyali kullanıldığında geçiş oranlarının yükseldiğini ve adventisyanın çok fazla temizlenmesi sonrasında anastomoz hattına stenoz gelişeceğini savunmuştur^{19, 54}.

2.4 DAMARLARDA ÇAP FARKI

Mikrocerrahi anastomozların başarısını etkileyen en önemli nedenler, arasında sayılan teknik yetersizliklerin içinde; yanlış suture materyali seçimi³, yanlış iğne tipi seçimi⁴, uygun olmayan büyütme kullanımı^{5,6}, anastomoz hattındaki gerginlik⁷ ve damarların çap uyumsuzlukları bulunmaktadır^{5, 6, 8, 9, 10}.

Çap farkı olan damarlara yapılan anastomozlar sonrasında, birçok problem oluşabilmektedir. Anastomoz sonrası gelişen damar katlanmaları, anastomoz yapılan iki damar arasında açılanmaların olması, fazla suture materyali kullanılması ile artan trombüs ihtimali ve anastomoz sonrasında damar çaplarında meydana gelen ani değişimler bu problemlerden bazılarıdır. Anastomoz sonrasında damar çaplarında oluşan ani değişimler; kan akımını etkilemekte ve kan akış ayrılmaları ile girdap oluşumuna yol açarak trombosit kümeleşmesine ve birikimine neden olmaktadır^{11, 12}. Sağlıklı damar yapısında ve çap farkı olmayan damarlara yapılan anastomozlar sonrasında bu değişiklikler genellikle görülmezken, yapılan anastomozların geometrik özellikleri ve boyutları da, sağlıklı bir akış için büyük önem taşımaktadır.

Çap uyumsuzluğu venlerde daha sık görülür fakat venlerin esnekliğinin daha fazla olması nedeniyle, çap uyumsuzluğunun giderilmesi, arterlerdeki çap uyumsuzluğunu giderilmesinden daha kolaydır. Venlerde basit dilatasyon ile 1:3 oranındaki çap farklarında bile iyi sonuç alınabilmektedir^{34, 55}.

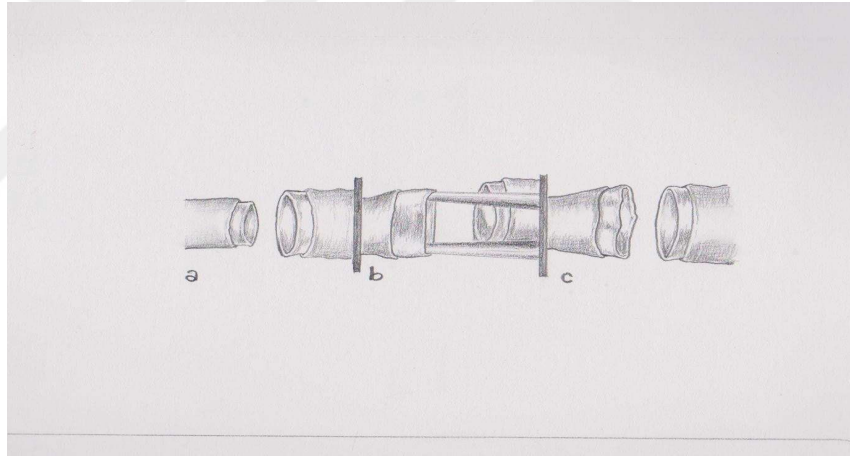
2.5 ÇAP FARKI OLAN ANASTOMOZ LARDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Mikrovasküler anastomozlarda damarlar arasındaki çap uyumsuzluğu klinikte sık karşılaşılan bir problemdir. Fakat çoğu zaman özel teknikler gerektirmeden çap

uyumsuzluğu giderilebilir. Bununla birlikte esnekliği az, duvarı kalın ve çap farkı fazla olan damarlarda düzeltme yapmak gerekebilir¹⁸. Birçok yöntem tanımlanmışsada büyük çap farkı olan damar anastomozlarında hâlâ en ideal teknik tanımlanmamıştır.

2.5.1 MEKANİK DİLATASYON TEKNİĞİ

ap uyumsuzluğu 1:1.4'e kadar olan bir orana sahipse, mekanik dilatasyon tekniği uygulanabilir. Teknikte; küçük çapa sahip damar pensetle dilate edilip, büyük çapa sahip damara anastomoz yapılır (Şekil 8). Mekanik dilatasyon küçük damarlarda basınçlı serum ya da anjioplasti katateri ile de yapılabilmektedir⁵⁶.

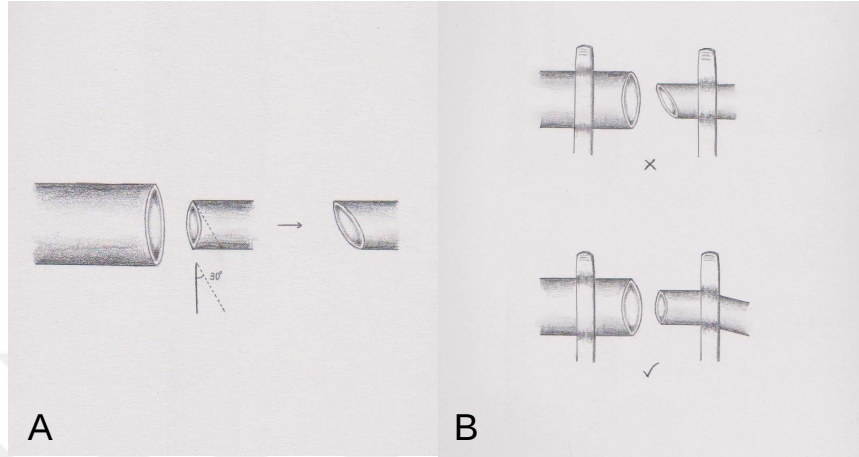


Şekil 8: Mekanik dilatasyon tekniği

2.5.2 EĞİMLİ KESİ TEKNİĞİ

ap uyumsuzluğu 1:2-1:3 arasında bir orana sahipse uyumsuzluk tek taraflı dilatasyonla giderilemez bu durumda küçük çapa sahip olan damar ağzı eğimli kesilebilir^{18, 34}. Fakat bu eğim 30°'yi aşmamalıdır. Bu açının 30°'yi aşması durumunda anastomozun başarısını engelleyen trblans oluşabilir veya akımı

tamamen durduran katlanmalar meydana gelebilir^{18, 57} (Şekil 9A). Ayrıca kesiden sonra damar uçları tamamen karşılıklı ve paralel olarak birbirine bakmalıdır³⁴ (Şekil 9B).

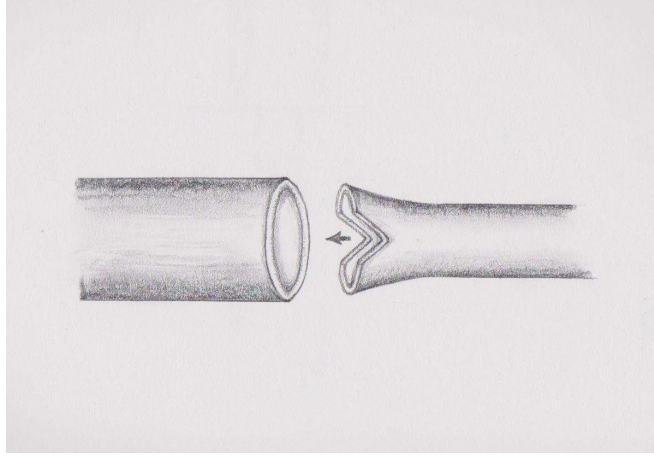


Şekil 9: (A)Eğimli kesi tekniğinde, 30°'lik açıyla kesilen küçük damar distal ucu, **(B)**30°'lik açıyla kesilen küçük damarın tekrar klempelenmesi

2.5.3 BALIK AĞZI KESİSİ TEKNİĞİ

“Balık ağzı kesisi” tekniği, çap uyumsuzluğu 1:2-1:3 arasında bir değere sahipse kullanılabilen anastomoz teknikleri arasındadır¹⁸. İlk olarak Harashina ve Irigaray tarafından tanımlanan bu teknikte; çapı küçük olan damara 0° ve 180°'lik aralıklarla iki adet uzunlamasına kesi yapılmalıdır. Daha sonra ise küçük damarda oluşturulan fleplerin uçları düzeltilerek büyük olan damara anastomoz yapılır^{8, 58}.

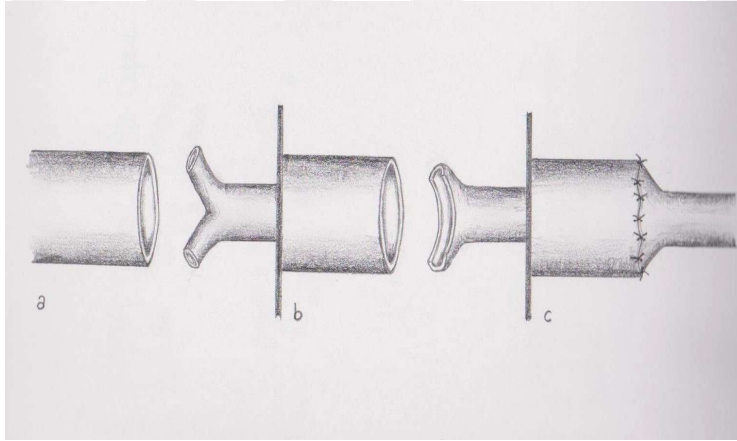
Yapılan kesilerin uzunlukları çap uyumsuzluğunun oranına bağlıdır. Eğer 1:2 oranında bir uyumsuzluk varsa küçük damar çapının $\frac{3}{4}$ 'ü uzunluğunda, 1:3 oranında bir uyumsuzluk varsa da küçük damar çapının 1.5 katı uzunluğunda kesiler yeterli olur¹⁸ (Şekil 10). Balık ağzı kesisi tekniği çap farkının 1:3 oranından daha büyük olduğu durumlarda uygulanırsa, iki damar arasındaki boyut farklılığından dolayı türbülans gelişme ve dolayısıyla trombüse eğilim artmaktadır^{58, 59}.



Şekil 10: Balık ağzı kesisi tekniği

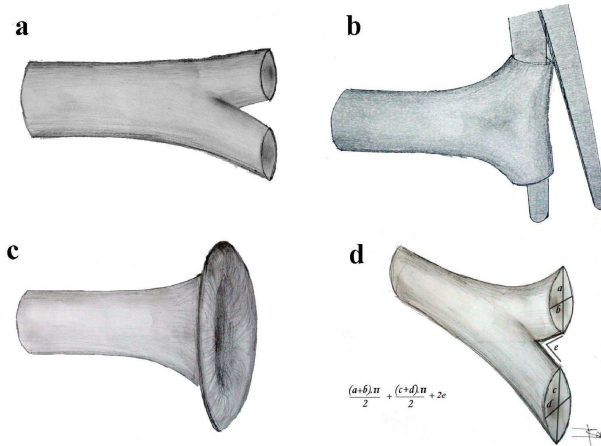
2.5.4 YAN DAL SEVİYESİNDEN KESİ TEKNİĞİ

Seidenberg ve arkadaşları, 1958 yılında serbest doku aktarımlarında kullanılabilecek “Yan dal seviyesinden damarı keserek açma tekniğini” tanımlamışlardır⁶⁰ (Şekil 11).



Şekil 11: Yan dal seviyesinden kesi tekniği

Akan ve arkadaşları ise 2004 yılında “Açık Y tekniğini” tanımlamışlar ve rat arteriovenöz şant modelinde bu teknik ile uç-yan anastomoz yapmışlardır. “Açık Y tekniğinde” çapı küçük olan damardaki bir yan dal, ana pedikül ile yaptığı bileşke boyunca açılıp daha geniş bir damar ağzı oluşturulur ve çapı büyük olan damara anastomoz yapılır⁶⁰. Bu teknikle damar çap farkları giderilmiş ve damar kenarları everte edilerek başarılı sonuçlar alınmıştır (Şekil 12).

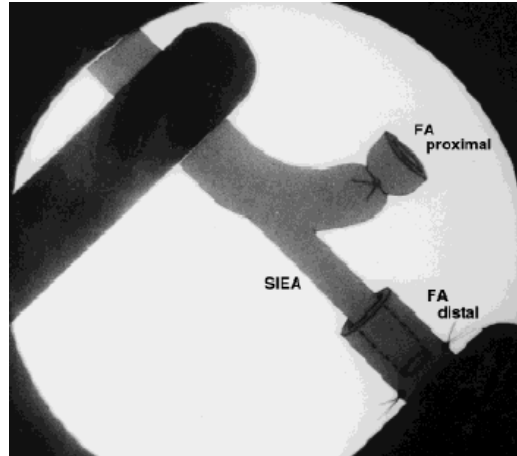


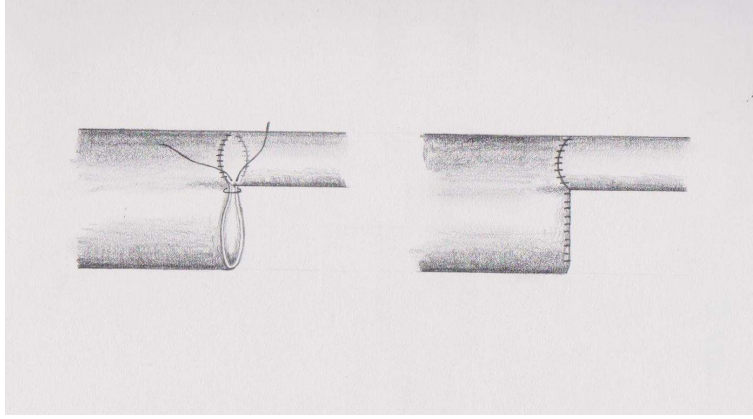
Şekil 12: Açık ‘Y’
teknîği
(Kaynak 14)

2.5.5 TELESKOPİK (SLEEVE) ANASTOMOZ TEKNIĞİ

Çap uyumsuzluğu 1:3-1:4 oranında ise uygulanabilecek diğer bir anastomoz tekniği ise “Teleskopik (Sleeve)” tekniktir.

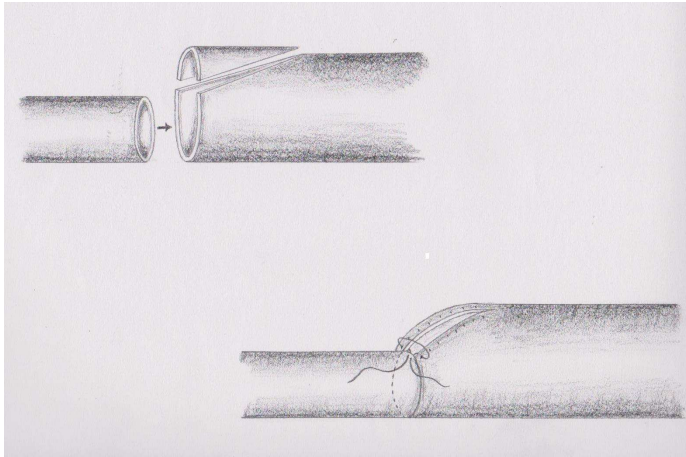
1897 yılında Murphy hasarlı damarları onarmak için ilk olarak uçlardan birini diğerinin içine geçirme tekniğini tanımlamıştır¹⁴. 1978 yılında ise Lauritzen, aynı tekniği daha küçük damarlara uygulayarak “Teleskopik (Sleeve)” teknik olarak adlandırmış ve çapı küçük olan damar ucunu çapı büyük olan damar ucunun içine sokarak, daha az suture sayısı ile anastomoz yapmıştır. Bu teknikte dikkat edilmesi gereken en önemli husus, akım yönünün küçük damardan büyük damara doğru olmasıdır¹⁸. Lauritzen sutureleri çapı büyük olan arter ucundan tam kat, çapı küçük olan arter ucundan ise sadece adventisyadan geçecek şekilde planlamıştır⁶¹ (Şekil 13). “Teleskopik (Sleeve)” teknik, alıcı arterlerin nispeten daha küçük olduğu (superfisiyal temporal arter, fasial arter ve superior troid arter) baş-boyun bölgesi rekonstrüksiyonlarında kullanımı uygun kolay ve güvenilir bir yöntemdir⁶².





Şekil 15: Geniş damar ağzını sütürle daraltma tekniği

Geniş damar ağzını daraltma tekniğini ile yapılan anastomoz sonrasında gelişme ihtimali artmış olan türbülans ve tıkalıcı trombüs oluşumunu azaltmak için; çapı büyük olan damardan, kısmi eksizyon yapılabilir. Bu teknikte dikkat edilmesi gereken husus iki damar çapını birbirine eşitleyecek kadar eksizyon yapabilmektir. Ancak bu girişimde anastomoz bölgesinde yeni bir travma yaratacak ve fazladan trombojenik odaklar oluşacaktır¹⁸ (Şekil 16). Ayrıca bu teknikte yapılan anastomoz sonrasında; düzenli olmayan damar sonlanmasının meydana gelmesi ve iki damar sonlanması arasında bir açı oluşması, bu tekniğin en önemli dezavantajlarını yaratmaktadır^{8, 58}.

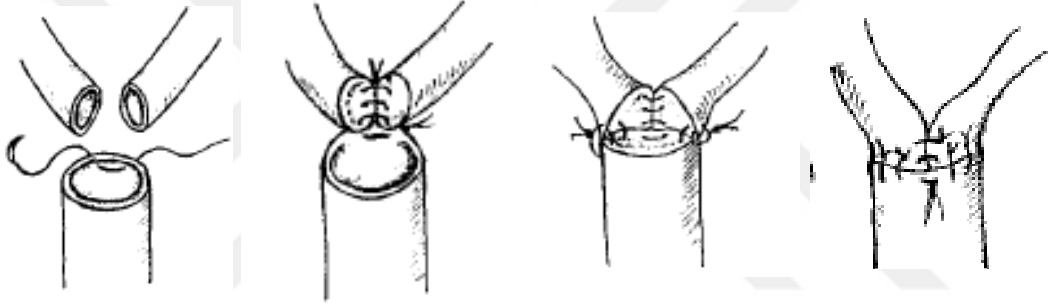


Şekil 16: Geniş olan damar ağzından kısmi eksizyon yapılarak sağlanan çap uyumu

2.5.7 ORTAK AĞIZ TEKNİĞİ

İlk olarak 1956 yılında Fisher ve arkadaşları “Ortak ağız tekniğini” tanımlamışlardır⁶⁴. Sonrasında ise bu yöntem Novick ve Straffon tarafından aort bifurkasyonunda başarı ile uygulanmıştır⁶⁵.

“Ortak ağız tekniği” ilk olarak 1976 yılında Boeckx ve arkadaşları tarafından klinik mikrocerrahide kullanılmıştır⁶⁶ (Şekil 17). Boeckx ve arkadaşları 1976’dan beri bu teknikte birçok değişiklik yapmışlar ve tekniğin en son halini 2002 yılında tanımlamışlardır. Boeckx ve arkadaşları “Ortak ağız tekniğinde” özellikle serbest fleplerin konkomitan venleri gibi çapları küçük olan iki damarı, önce birbirine dikip daha sonra da çapı daha büyük olan başka bir damara uç-uca adapte etmişlerdir⁶⁷.



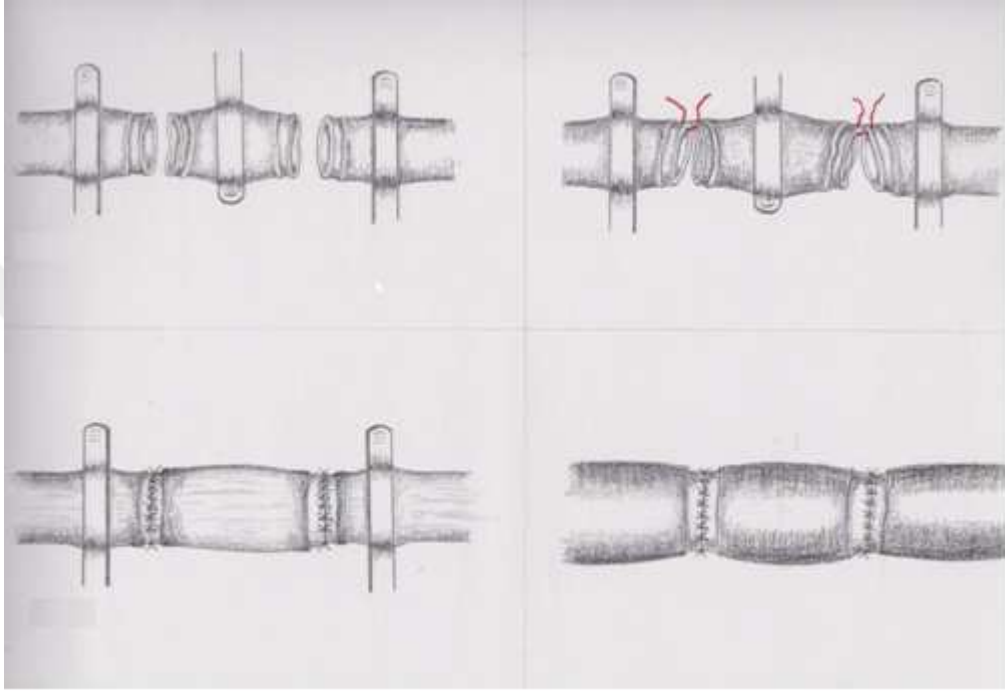
Şekil 17: Ortak ağız tekniği (Kaynak 67)

2.5.8 VEN GREFTİ TEKNİĞİ

Mikrovasküler ven greftini ilk olarak 1969’da Yaşargil ve Crowell tanımlamıştır. Yazarlar bu teknikle erken dönemlerde kötü sonuçlar bildirmişler, fakat deneyim arttıkça açıklık oranlarını % 100’e çıkarmışlardır⁶⁸ (Şekil 18). Tüm ven greftleri, valv içerdiklerinden dolayı mutlaka ters çevrilmelidir ve çok uzun bir ven grefti kullanılmamalıdır. Ven grefti tekniğinde dikkat edilmesi gereken diğer bir hususta, ters çevrildiklerinde çap farkının daha belirgin hale gelebilme ihtimalidir^{69, 70}.

Literatürde mikrovasküler ven greftlerinin açıklık oranlarının çalışıldığı pekçok çalışma bulunmaktadır. 1990 yılında Monsivias, sıçan femoral arterlerinde

interpozisyonel ven greftleri ile yaptığı uç-uca anastomoz çalışmasında; çap farkı olmayan durumlarda açıklık oranlarını % 90 bulmuştur. Çap farkı bulunduğu durumlarda ise ven greftlerinin, açıklık oranlarını düşürdüğünü belirtmiştir⁹. Zhang ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise; çap farkı olmayan durumlarda kullanılan ven greftlerinin, flep sağ kalımını ve açıklık oranlarını etkilemediği ortaya çıkmıştır⁷¹.



Şekil 18: İnterpozisyonel ven grefti

Anabilim Dalımız’da tanımladığımız ‘Üçgen Flep Tekniğini’, anastomoz yapılan damarlar arasında çap farkı bulunduğu durumlarda sıkça kullanılan diğer üç teknikle karşılaştırdık. Çalışmamızda sonuçlarını değerlendirdiğimiz bu üç teknik ise; eğimli kesi, balık ağzı kesisi ve geniş damar ağzını daraltma teknikleridir. Anastomoz yapılacak olan damarlar arasında herhangi büyük oranda çap farkı bulunduğu zaman kullanılabildiğini hedeflediğimiz üçgen flep tekniğinin sonuçlarını klinik, histopatolojik, istatistiksel ve mekanik olarak dört ayrı kategoride değerlendirerek diğer üç tekniğin sonuçları ile karşılaştırdık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu deneysel çalışma, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (KOÜ HADYEK) tarafından 18.12.2012 tarihinde onaylandı ve deneyin tüm aşamaları Kocaeli Üniversitesi Deneysel Tıp Araştırma ve Uygulama Birimi'nde (DETAB) yapıldı.

Sıçanların tümü Kocaeli Üniversitesi Deneysel Tıp Araştırma ve Uygulama Birimi'nden (DETAB) temin edildi.

Anastomozlar; Ketamin ve Ksilazin kombinasyonu ile elde edilen anestezi altında, tek cerrah tarafından, aynı mikroaletler, yaklaşımcı klemp, klemp, ikili ekartör ve operasyon mikroskobu kullanılarak yapıldı.

Tüm anastomozlarda dikiş materyali olarak 140 mikron iğne çapı olan monofilament 10/0 poliamid seçildi. Anastomozlar sadece bir kez yapıldı, anastomoz yenilemesi yapılmadı. Çalışma süresince fotoğraf çekimi için aynı dijital fotoğraf makinesi kullanıldı.

Operasyonlar temiz, steril olmayan koşullarda yapıldı ve operasyon öncesinde ya da sonrasında antibiyotik kullanılmadı. Anastomozlar tamamlandıktan sonra cerrahi saha 5/0 ipek dikişle kapatıldı, pansuman yapılmadı.

Ondördüncü günde biyopsi alınan denekler, aşırı doz eter anestezisi ile sakrifiye edildi.

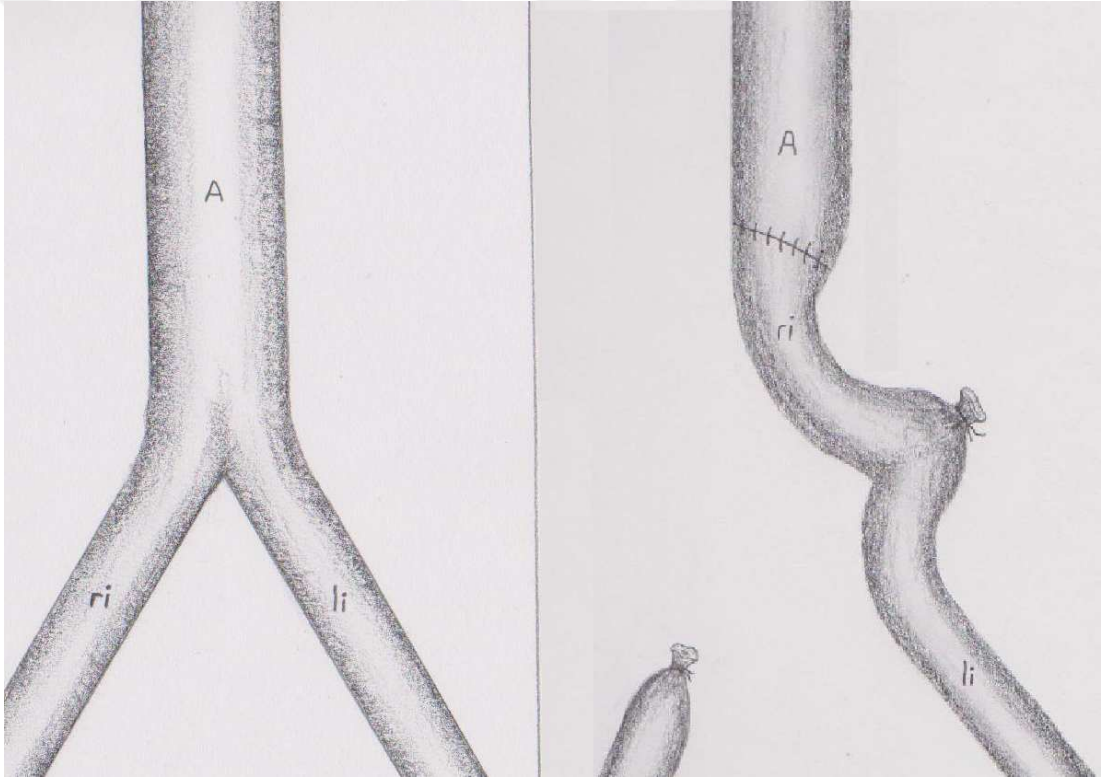
Çalışmanın histopatolojik analiz ve ölçümleri, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Patoloji Anabilim Dalı'nda yapıldı.

Çalışmanın bilgisayar destekli tasarım, modelleme ve analizleri, Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi'nde yapıldı.

Çalışma, Helsinki Bildirgesi'nde deneysel araştırmalarda belirtilmiş olan esaslara uygun olarak yürütüldü.

3.1 DENEY MODELİ

Anabilim Dalımız’da yapmış olduğumuz bu deneysel çalışmada; 1985 yılında De Carolis ve Sepulveda’nın tanımladığı, ortalama 1:2 oranında çap farkı oluşturan, aorta-iliak deney modeli örnek alındı⁷². Bu deney modelinde sıçan abdominal aortu, iliak arterlerin bifurkasyonunun proksimalinden bağlanıp kesildikten sonra sağ taraf iliak arteri, distalinden bağlanıp kesilmiştir. Daha sonrasında ise sağ iliak arterin kesilen distal ucu yukarı döndürülerek, abdominal aortanın distali ile anastomoz edilmiştir (Şekil 19)



Şekil 19: Çap farkının oluşturulduğu deney modeli

Biz ise anastomoz yapılacak olan damarlar arasındaki çap farkını artırmak için sıçan sağ iliak arterini kullanmak yerine, sağ femoral arterini; yüzeysel femoral arter proksimalinden itibaren keserek kullanmayı tercih ettik. Sonrasında ise kesilen femoral arter distal ucunu deney modelinde olduğu gibi yukarı döndürerek

abdominal aorta ile anastomoz yaptık. Sıçan abdominal aortalarının çapları 1,6-1,0 mm arasında, femoral arterlerinin çapları ise 0,9-0,4 mm arasında değişmekteydi.

3.2 DENEKLER VE GRUPLANDIRILMASI

Çalışmada toplam kırksekiz adet, 410-460 gram aralığında, erkek, Wistar-Albino sıçan kullanıldı. Çalışma süresince sıçanlar sabit oda sıcaklığında (22 °C), sınırsız su ve standart laboratuvar yemi sağlanarak bakıldı. Hayvanların bakımı günlük olarak yapıldı.

Çalışmaya alınan kırksekiz adet sıçan, rastgele seçilerek her bir grupta oniki tane olacak şekilde, dört ana gruba bölündü.

Gruplar şöyle belirlendi:

- 1- Eğimli kesi tekniği grubu
- 2- Balık ağzı kesisi tekniği grubu
- 3- Geniş damar ağzını daraltma tekniği grubu
- 4- Üçgen flep tekniği grubu

Deneye katılan ve deneyi tamamlayan sıçan sayıları Tablo 1’de gösterildi.

Tablo 1: Her bir grup ve grupta yer alan denek sayısı

	<i>Eğimli kesi tekniği</i>	<i>Balık ağzı kesisi tekniği</i>	<i>Geniş damar ağzını daraltma tekniği</i>	<i>Üçgen flep tekniği</i>
Deneye katılan sıçan sayısı	12	12	12	12
Deneyi tamamlayan sıçan sayısı	10	11	12	12

3.3 CERRAHİ TEKNİK

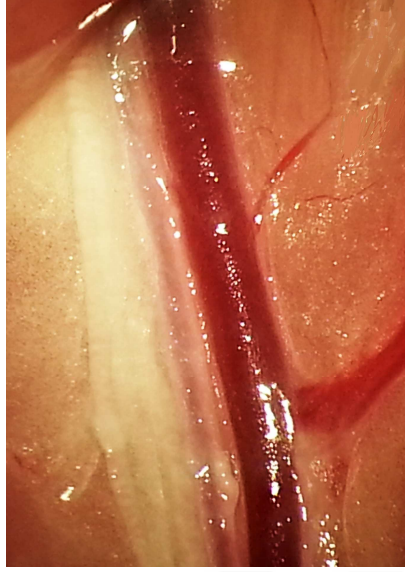
3.3.1 ANASTOMOZA HAZIRLIK

Anestezi intraperitoneal Ketamin (0,9g/kg) ve Ksilazin (0,1g/kg) kombinasyonu ile sağlandıktan sonra cerrahi saha temiz usturayla tıraş edilip povidon iyot ile temizlendi (Şekil 20A). Sıçanlar başları sabit olacak şekilde desteklenerek supin pozisyonda yerleştirildi. Ekstremiteler zemine yapışkan bantla tespit edildi.



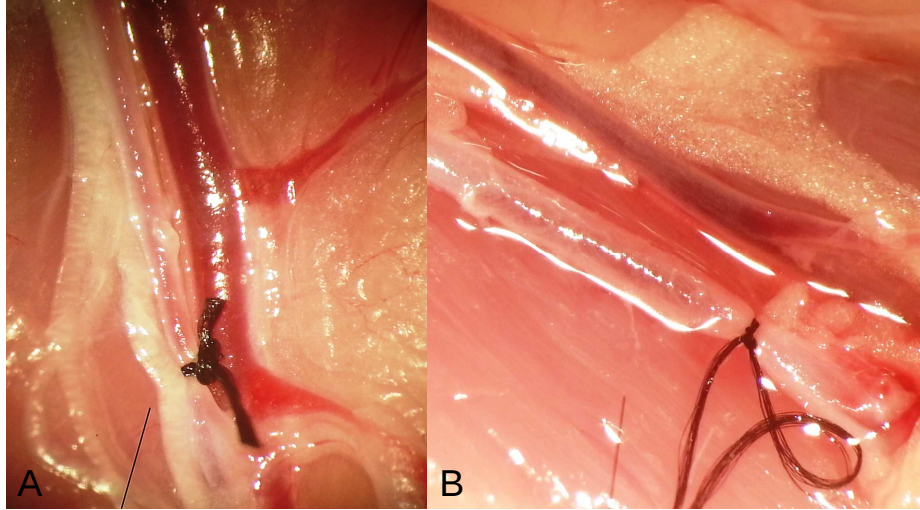
Şekil 20: (A)Cerrahi sahanın operasyona hazır hale getirilmesi, **(B)**Karın orta hat sağ lateraline yapılacak uzunlamasına kesinin çizimi

Sıçanın abdominal aortasına ve femoral arterine ulaşmak için karın orta hat sağ lateraline yaklaşık 10 cm'lik uzunlamasına insizyon yapıldı (Şekil 20B). Cilt insizyonundan sonra kasık yağ yastıkçığı medialden laterale kesilerek kaldırıldı ve femoral damar-sinir paketine ulaşıldı¹⁸ (Şekil 21).



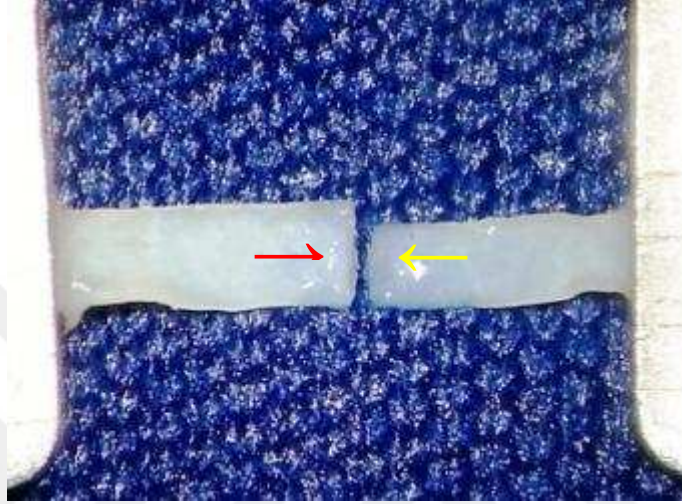
Şekil 21: Kasık yağ yastıkçığının medialden laterale kaldırılışından sonra görülen femoral damar sinir paketi

Önce femoral arter, yüzeyel femoral arter distalinden bağlandıktan sonra kesildi. X16 büyütme altında damar ucu minimal adventisya temizliği yapılarak hazırlandı (Şekil 22A). Daha sonra karın içi organlar ekartör yardımıyla ameliyat sahasından uzaklaştırıldı ve abdominal damarlara ulaşıldı. Abdominal aorta iliak bifurkasyonun hemen üzerinden bağlanarak kesildi. X16 büyütme altında damar ucu minimal adventisya temizliği yapılarak hazırlandı (Şekil 22B).



Şekil 22: (A)Femoral arterin bağlanması ve anastomoza hazırlanması, **(B)**Abdominal aortanın bağlanması ve anastomoza hazırlanması

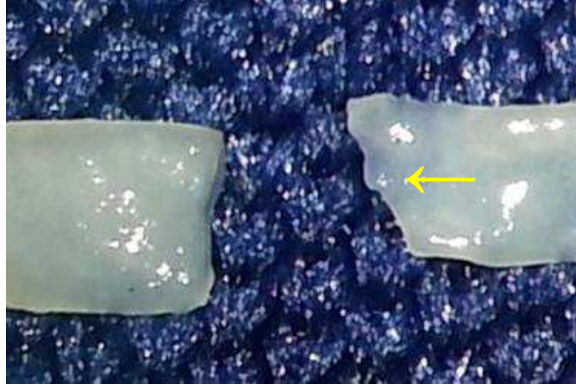
Damar çapları her bir aralığı 1 mm boyutunda olan standart EKG kâğıdıyla ölüldü ve not edildi. Daha sonra femoral arter distal ucu yukarı çevrilerek abdominal aortanın distal ucuna anastomoz yapılmak üzere klemlendi (Şekil 23). Cerrahi alan ve lümen içleri 24 numaları kanül kullanılarak % 0,9'luk serum fizyolojik ile yıkandı. Anastomozların tümü X25 büyütme altında yapıldı.



Şekil 23: Minimal adventisya temizliği yapıldıktan sonra, anastomoz yapılmak üzere klemlenen, (**kırmızı ok**) abdominal aorta ve (**sarı ok**) femoral arter

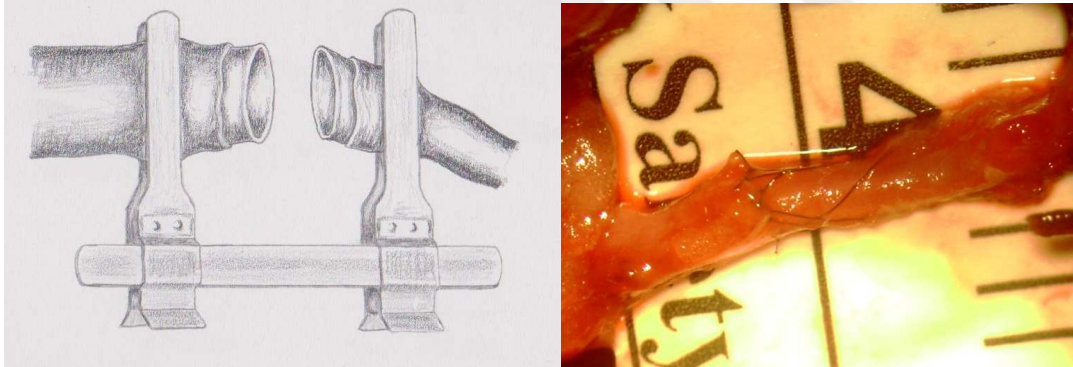
3.3.2 EğİMLİ KESİ TEKNIğİ İLE ANASTOMOZ

Anastomoz yapılacak olan femoral arterin distal ucu; 30⁰'lik eğime uygun olarak kesilmeye alışıldı^{18, 34} (Şekil 24). Fakat ap uyumsuzluğunun devam ettiği durumlarda, küçük olan damarın çapını artırabilmek için 30⁰'lik eğim artırıldı. Abdominal aorta ve femoral arterin oblik kesilen uçları birbirine paralel olacak şekilde tekrar klemlendi (Şekil 25A).



Şekil 24: 30°'lik eğime uygun olarak kesilen (sarı ok) femoral arter distal ucu

Carrel'in 1902 yılında tarif ettiği triangulasyon tekniğine uygun olarak 0°, 120° ve 240°'lere birer sütür konuldu ¹⁸. Daha sonra adaptasyonu tam olarak sağlayacak şekilde önce ön yüz, sonra da arka yüz olmak üzere yedi-sekiz dikiş atılarak klasik uç-uca anastomoz yöntemine göre anastomoz tamamlandı. Anastomoz tamamlandıktan sonra klempin önce distal ucu, sonra da proksimal ucu açıldı (Şekil 25B).

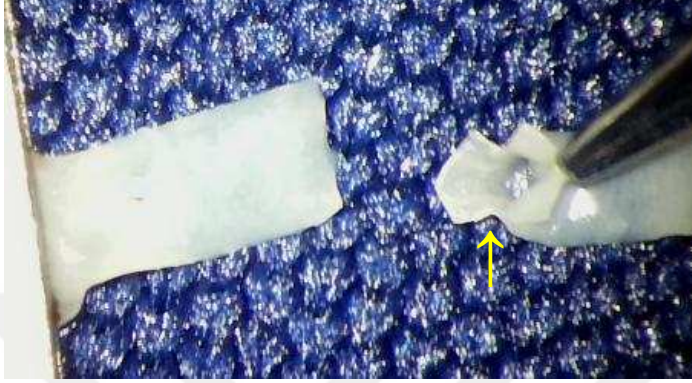


Şekil 25: (A) Damarların anastomoza hazırlanan uçları tekrar klemplendi, (B) Eğimli kesi tekniğinde anastomoz sonrası akım

Anastomoz sonrasında kanama zamanı ile 5. ve 15. dakika açıklık oranları değerlendirildi. Tüm veriler kaydedilerek operasyon sonlandırıldı.

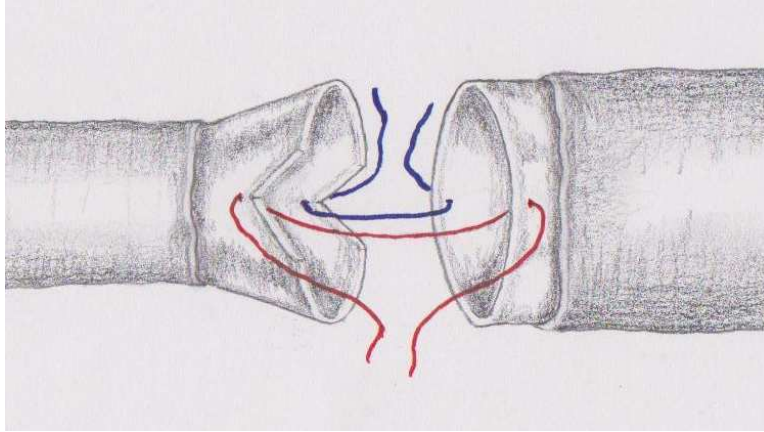
3.3.3 BALIK AĞZI KESİSİ TEKNİĞİ İLE ANASTOMOZ

Anastomoz yapılacak çapı küçük olan femoral arterin distal ucuna, Harashina ve Irigaray tarafından tanımlanan şekilde iki adet uzunlamasına kesi yapıldı⁸ (Şekil 26).



Şekil 26: (sarı ok) Küçük damar çapına sahip femoral arterde 0° ve 180°'lere yapılan iki adet uzunlamasına kesi

İlk iki dikiş balık ağzı kesisinin en dip köşelerine atıldı¹⁸ (Şekil 27). Daha sonra adaptasyonu tam sağlayacak şekilde önce ön yüz, sonra da arka yüz olmak üzere, damar çapına uygun olacak şekilde sekiz-oniki sütür atıldı.



Şekil 27: Balık ağzı kesisinin en dip köşelerine atılan sütürler

Anastomoz sonrasında kanama zamanı ile 5. ve 15. dakika açıklık oranları değerlendirildi. Tüm veriler kaydedilerek operasyon sonlandırıldı (Şekil 28).



Şekil 28: Balık ağzı kesisi tekniğinde anastomoz sonrası akım

3.3.4 GENİŞ DAMAR AĞZINI DARALTMA TEKNİĞİ İLE ANASTOMOZ

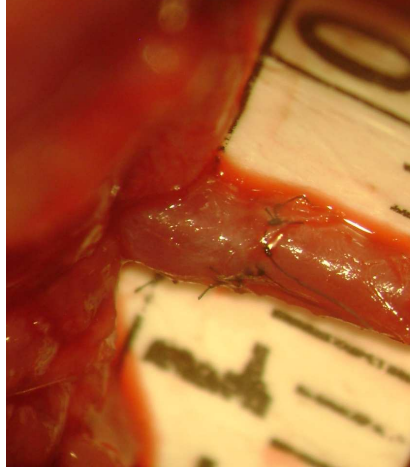
Anastomoz yapılacak çapı büyük olan abdominal aortanın distal ucuna (çapı küçük olan femoral arter ile karşılatırılarak) kısmi eksizyon yapıldı⁷³. Daha sonra kısmi eksizyon yapılan kısma dört adet dikiş konularak damar bütünlüğü tekrar sağlandı (Şekil 29)



Şekil 29: Abdominal aortanın çapının, (kırmızı ok) eksizyon ve sütürler sonrasında femoral arterle eşitlenmesi

Anastomoz yapılacak her iki arter uçları paralel olarak karşılıklı getirildi. Önce ön yüz, sonra da arka yüz olmak üzere, damar çaplarına uygun olacak şekilde sekiz-dokuz adet sütür konularak anastomoz yapıldı (Şekil 30).

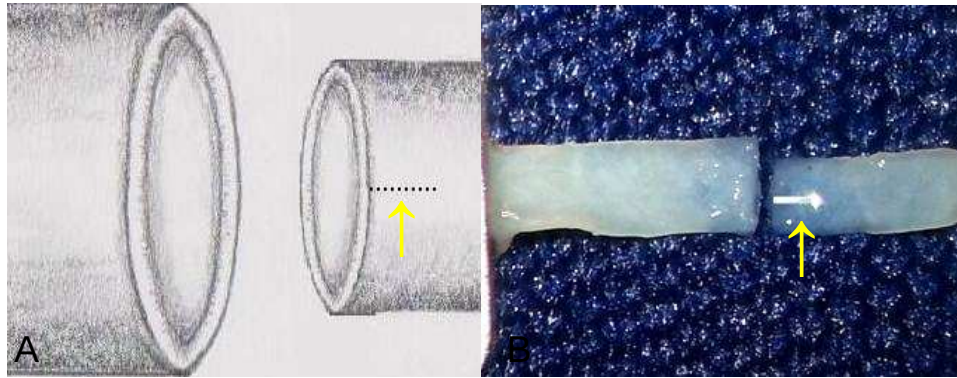
Anastomoz sonrasında kanama zamanı ile 5. ve 15. dakika açıklık oranları değerlendirilmesi yapıldı. Tüm veriler kaydedilerek operasyon sonlandırıldı.



Şekil 30: Geniş damar ağzını daraltma tekniğinde anastomoz sonrası akım

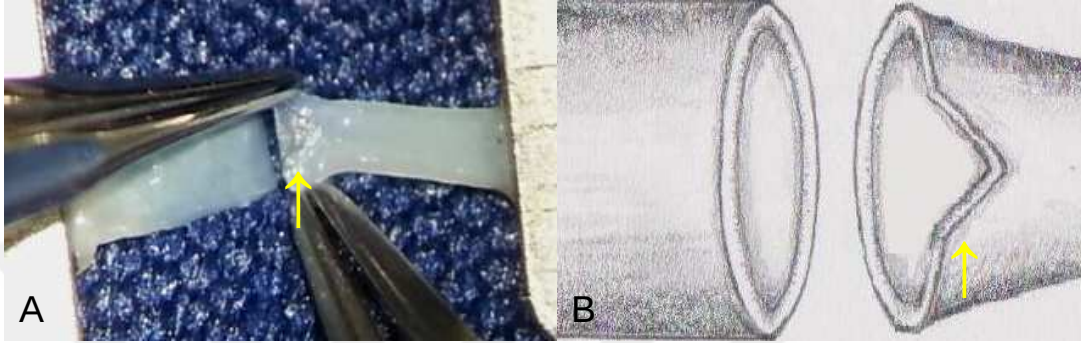
3.3.5 TRIANGULER FLEP TEKNİĞİ İLE ANASTOMOZ

Anastomoz yapılacak olan femoral arter distal ucuna, ön duvarda olacak şekilde uzunlamasına kesi yapıldı (Şekil 31A,B). Kesinin iki kenarı 60⁰'lik açıyı geçmeyecek şekilde yanlara doğru açılıp, çapı büyük olan abdominal aorta ile karşı karşıya getirilerek çap değerlendirmesi yapıldı (Şekil 32A). İki arterin çaplarını karşılaştırırken; femoral arterde yapılan kesinin iatrojenik olarak uzatılmamasına ve kesinin iki kenarının birbirinden en fazla 60⁰'lik bir açıyla uzaklaştırılmasına dikkat edildi.



Şekil 31: (A)(sarı ok) Femoral arterde planlanan uzunlamasına kesi, (B)(sarı ok) Femoral arter distal ucunda yapılan uzunlamasına kesi

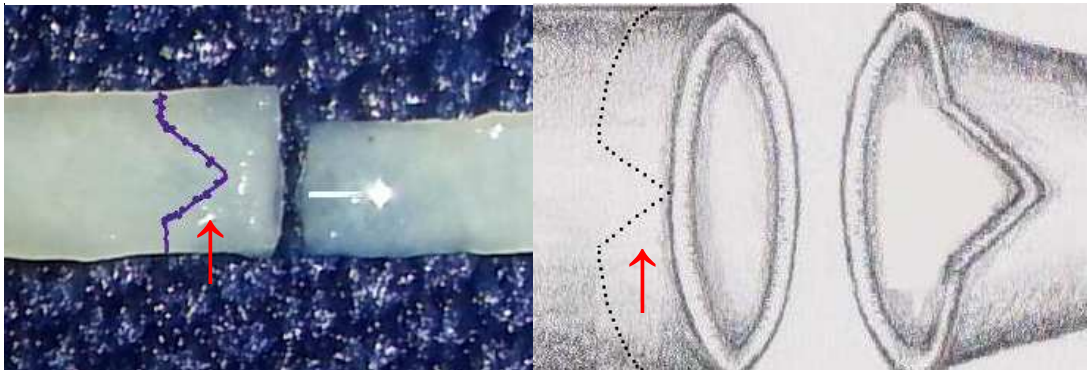
Eğer çaplar eşitlendiyse, femoral artere başka bir işlem uygulanmadı ama ilk yapılan kesinin eşitleme yapmaması halinde kesi biraz daha uzatılarak çapların eşitlenmesi sağlandı. Böylece çapı küçük olan femoral arter ön duvarında; kesinin kenarını yanlara doğru açarak, çap farkını eşitleyen üçgen şekilli bir defekt oluşturuldu (Şekil 32B).



Şekil 32: (A)(sarı ok) Femoral arter kesi kenarlarının yanlara açılarak abdominal aorta ile ölçülmesi, **(B)(sarı ok)** Femoral arter çapını, abdominal artere eşitleyen üçgen şekilli bir defekt

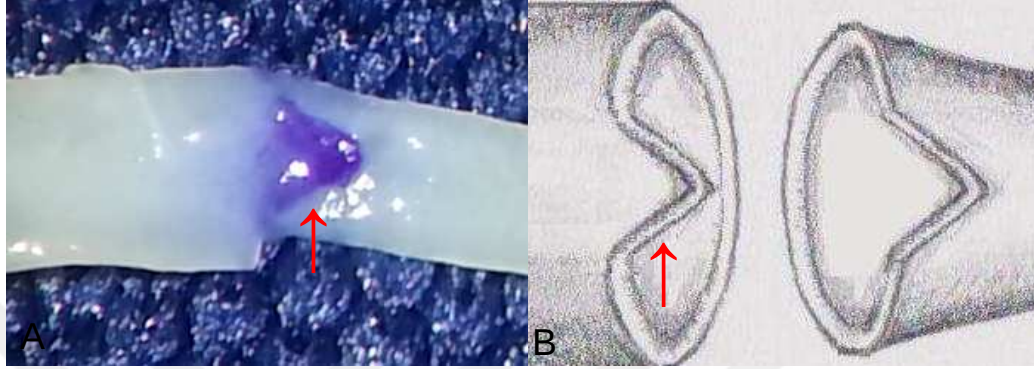
Daha sonra abdominal aortada şu işlemler yapıldı:

Küçük olan femoral arterin çapını, abdominal aortanın çapına eşitlemek için oluşturulan üçgen defekte uygun, flebi oluşturmak üzere; defektin abdominal aortada denk düştüğü noktada; defekt boyutlarına uygun üçgen flebin planlaması yapıldı (Şekil 33A,B).



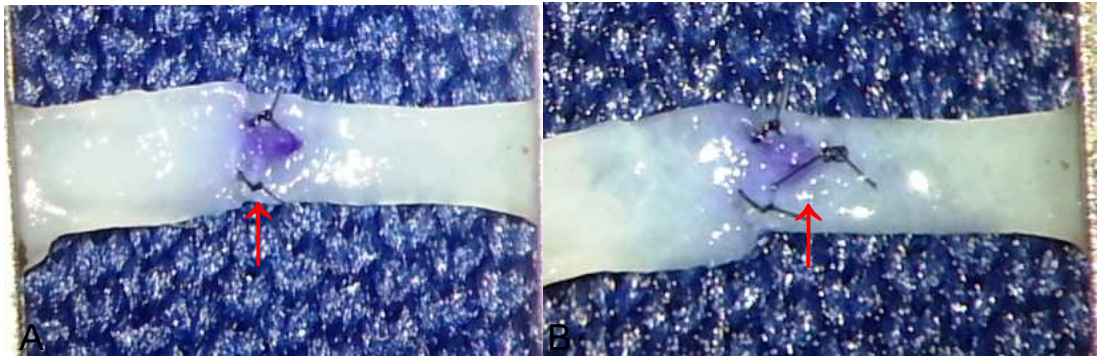
Şekil 33: (A) (kırmızı ok), (B) (kırmızı ok) Abdominal aortada üçgen flebin çizimi

Abdominal aorta üzerinde flebin uç noktası işaretlendikten sonra abdominal aortadan çıkarılacak kısım planlandı. Yapılan planlamanın ardından öncelikle abdominal aortada oluşturulan üçgenin tepe noktasından başlanarak eksizyon yapıldı ve üçgen flep oluşturuldu (Şekil 34 A,B).



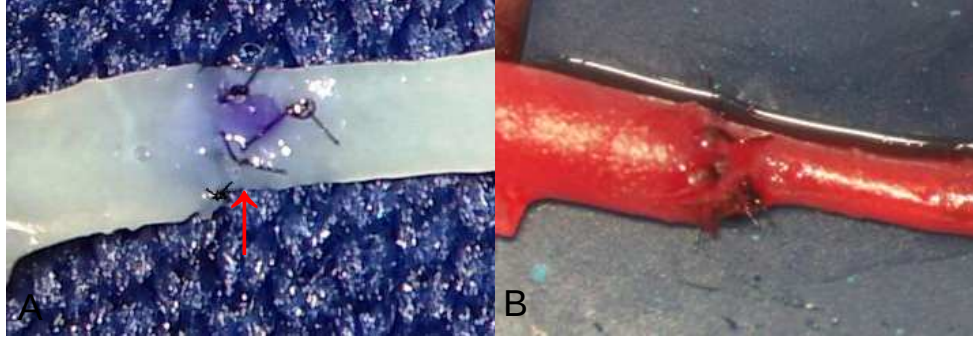
Şekil 34: (A)(kırmızı ok),(B) (kırmızı ok) Abdominal aortada yapılan üçgen flep

Tüm kesilerin ardından abdominal aortada bırakılan üçgen flep femoral arterdeki defektin içine yerleşecek şekilde; önce flebin tabanına 2 adet sonra flebin tepesine 1 adet sütür konuldu. (Şekil 35A,B). Daha sonra çapları eşitlenen iki damar anastomozu dokuz-on sütür ile gerçekleştirildi (Şekil 36 A,B)



Şekil 35: (A)(kırmızı ok) Abdominal aortada oluşturulan flebin, femoral arterdeki üçgen defekt içine yerleştirilmesi ve ilk olarak üçgen flebin taban sütürlerinin atılması, (B)(kırmızı ok) Abdominal aortada oluşturulan flebin, femoral arterdeki üçgen defekt içine yerleştirilmesi ve üç sütür ile defekte adaptasyonu

Anastomoz sonrasında kanama zamanı ile 5. ve 15. dakika açıklık oranları değerlendirilmesi yapıldı. Tüm veriler kaydedilerek operasyon sonlandırıldı.



Şekil 36: (A)(kırmızı ok) Anoztomozun tamamlanmış hali hali (B) Üçgen flep tekniği ile yapılan anastomoz sonrasında akım

3.4 DEĞERLENDİRME

3.4.1 KLİNİK DEĞERLENDİRME

3.4.1.1 ANASTOMOZ ZAMANI

Anastomozlar sırasında yaklaşımcı klembin yerleştirildiği an ile kaldırıldığı an arasında geçen süre tüm deneklerin operasyonlarında kaydedildi.

Damarların anastomoza hazırlanma aşamaları tüm tekniklerde farklı olduğu için değerlendirmeye alındı. Fakat klemler kaldırıldıktan sonra kanama zamanı değerlendirmesi için geçen süre eklenmedi^{74, 75, 76, 77}.

3.4.1.2 KANAMA ZAMANI

Anastomoz sonrasında yaklaşıtrıcı klemp kaldırılıp, kanama zamanı için değerlendirme yapıldı. Her bir denekteki kanama zamanı, kanamanın nasıl durdurulduğuna göre üç gruba ayrılarak kaydedildi: kendi kendine duran kanama, yağ dokusu basısı ile duran kanama ve tekrar dikiş gerektiren kanama^{76, 77}. Veriler istatistik programına aktarılmak üzere; kendi kendine duran kanama= 1, yağ dokusu basısı ile duran kanama= 2 ve tekrar dikiş gerektiren kanama = 3 olarak tanımlandı.

3.4.1.3 SÜTÜR SAYISI

Tüm deneklerde; anastomoza hazırlık aşamasında, anastomoz sırasında ve kanama zamanı değerlendirmesinde tekrar dikiş gerektiren kanamalarda atılan toplam sütün sayıları not edildi^{75, 77}.

3.4.1.4 GEÇİRGENLİK ORANLARI

Yaklaşıtrıcı klemp kaldırılıp, kanama zamanı değerlendirmesi yapıldıktan sonra, 5. dakika, 15. dakika ve 14. günlerde Acland'ın "boşalt ve doldur" testi ile geçirgenlik oranları iyi, orta ve kötü olarak kaydedildi^{78, 79}. Veriler istatistik programına aktarılmak üzere; kötü = 1, orta = 2 ve iyi = 3 olarak tanımlandı^{74, 75, 76, 77, 80}.

3.4.2 İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Klinik değerlendirmede kaydedilen; anastomoz süreleri, kanama zamanları, sütün sayıları ve 5. dakika, 15. dakika ve 14. gündeki geçirgenlik oranları ile histopatolojik değerlendirmede tespit edilen; lümen açıklık oranları ve inflamasyon

oranları verilerinin ortalama değerleri $\pm$ SD istatistiksel farklılıkları ortaya koymak için analiz edildi.

Bu çalışmada istatistiksel değerlendirmeler GraphPad Prisma V.3 paket programıyla yapıldı. Verilerin değerlendirilmesinde; one-way ANOVA (ve nonparametrik) kullanıldı. Nonparametrik ANOVA için Kruskal-Wallis test ve Friedman testleri kullanıldı. Parametrik ANOVA da post test; Bonferroni's multiple comparison test kullanıldı. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirildi.

3.4.3 HİSTOPATOLOJİK DEğERLENDİRME

Operasyonlardan sonraki ondördüncü günler de, tüm gruplardaki deneklerden aynı anestezi yöntemi altında ve aynı diseksiyon tekniğiyle biyopsiler alındı. Biyopsilerin anastomoz hattının her iki tarafındaki 0,5 cm'lik sağlam geçiş bölgesini de içerecek şekilde alınmasına zen gösterildi.

Ortalama 1cm uzunluğundaki damar yapılarından anastomoz hattını temsil ettiği düşünülen birer tane horizontal örnek çıkarıldı. Ve bu doku örnekleri % 10 formalinde tespit edildikten sonra parafin bloklara gömüldü. Bu bloklardan hazırlanan 4 μ m kalınlığında kesitler hematoxilen-eosin ile boyanarak ışık mikroskobu altında değerlendirildi^{74, 75, 77}.

3.4.3.1 LÜMEN ÖZELLİKLERİ

Her bir gruptaki deneklerin; anastomoz hattını içeren histopatolojik preperatlarındaki damar lümenleri; kalibrasyonları, proliferen endotel hücreleri tarafından daraltılması ve lümenin açıklık yüzdeleri (sadece trombüs ile tıklalı olanlarda) açısından incelendi^{74, 75, 76}.

3.4.3.2 TROMBÜS VARLIĞI

Deneklerin, anastomoz hattını içeren histopatolojik preparatları, damar lümenlerinde trombüs olup olmadığı ve varsa bu trombüsün özellikleri (fibrin trombüs, sellüler trombüs ve sellüler -rekanalize) açısından değerlendirildi^{74, 81}.

3.4.3.3 ENDOTELYAL DÖKÜLME VE PROLİFERASYON

Ondördüncü güne ait, anastomoz hattını içeren histopatolojik preparatlarda, endotel hücrelerinin hangi oranlarda (%) döküldüğü ve hangi oranlarda (%) yeniden oluşmaya başladığı incelendi^{74, 75, 76, 80}.

3.4.3.4 İNTİMA VE MEDIA ÖZELLİKLERİ

Anastomoz hattını içeren histopatolojik preparatlar; intima ve mediadaki ayrışma, hasar, nekroz ve kanama açısından incelendi^{74, 75, 76}.

3.4.3.5 İNFLAMASYONUN VARLIĞI VE HÜCRE ÖZELLİKLERİ

Anastomoz hattını içeren histopatolojik preparatlar; inflamasyonun varlığı (minimal, hafif, orta, belirgin) ve inflamasyonun hangi hücreler tarafından oluşturulduğu açısından incelendi. Tüm grupların verileri istatistik programına aktarılırken minimal = 1, hafif = 2, orta = 3 ve ağır = 4 olarak tanımlandı^{74, 75, 76, 80}.

3.4.3.6 DAMAR DUVARINDA KALSİFİKASYON VARLIĞI

Her bir gruptaki deneklerin incelenen preparatlarında, damar duvarında kalsifikasyonun varlığı ve lokalizasyonu araştırıldı⁷⁴.

3.4.3.7 LÜMENDE VE DAMAR DUVARINDA SÜTÜR VARLIĞI

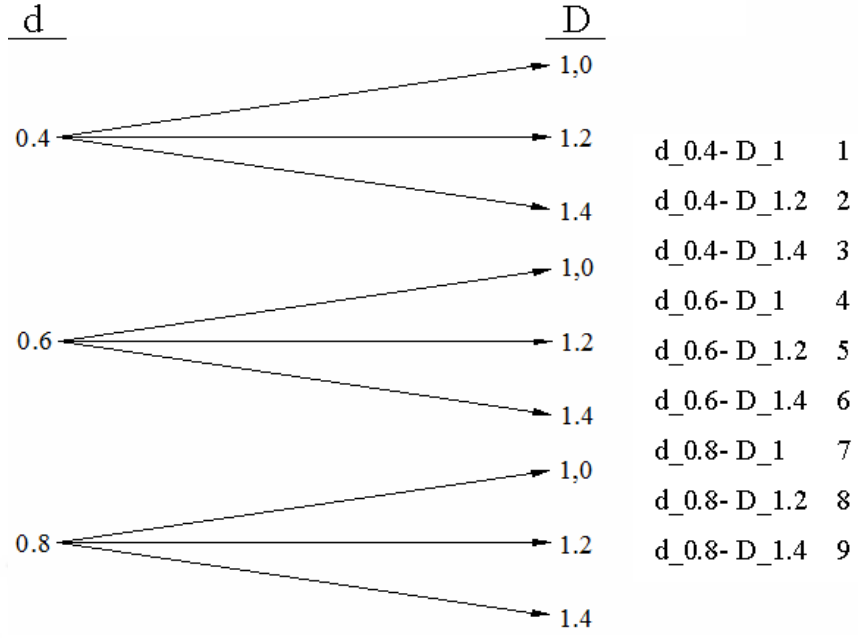
Her bir gruptaki deneklerin, anastomoz hattını içeren histopatolojik preparatları; damar lümeni ve duvarında sütür olup olmadığı ve varsa lokalizasyon açısından incelendi^{74, 75, 76, 77, 80}.

3.4.3.8 HİSTOPATOLOJİK EK BULGU

Her bir gruptaki deneklerin, anastomoz hattını içeren histopatolojik preparatları; sütür çevresi yabancı cisim reaksiyonu, yabancı cisim tipi dev hücrelerin varlığı ve yaygınlığı, hemosiderin yüklü makrofaj hücresi olup olmadığı, mikroanevrizma ve diğer kategorilerde sınıflandırılmayan özellikler açısından incelendi^{74, 75, 76, 77, 80}.

3.4.4 MEKANİK DEĞERLENDİRME

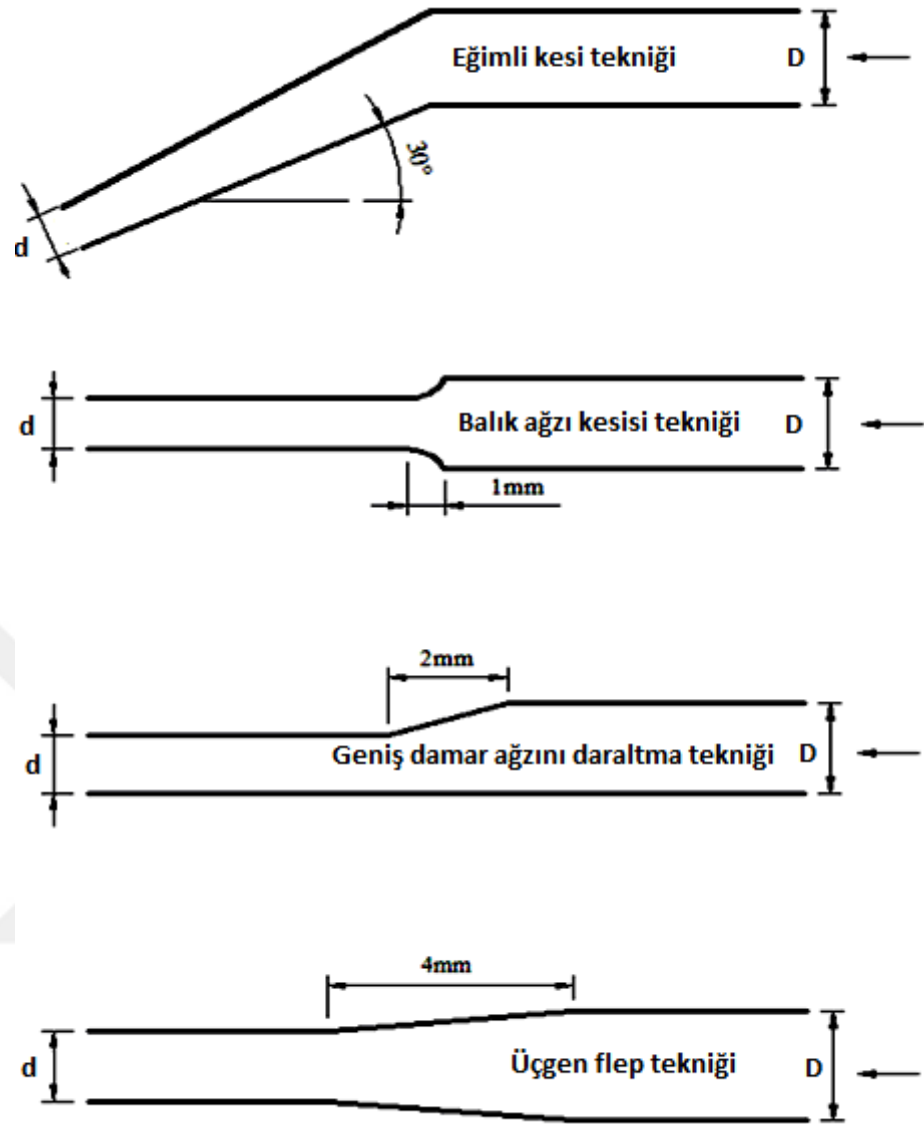
Bu çalışma sırasında femoral arterler ile abdominal aortalardan elde edilen, farklı çap ölçüleri kullanılarak, her bir anastomoz tekniği için dokuz farklı çap kombinasyonu oluşturuldu (Şekil 37). Kombinasyonlar sonrasında tüm anastomoz tekniklerinin geometrik modelleri elde edildi (Şekil 38). Dört farklı anastomoz tekniği için üç boyutlu (3D) modeller SolidWorks programı kullanılarak gerçekleştirildi



Şekil 37: Her bir anastomoz tekniği için oluşturulan dokuz farklı çap kombinasyonu

Damar içi akış analizleri, hesaplamalı akışkanlar mekaniği tabanlı programı, ANSYS Fluent, kullanılarak sonlu hacim metoduna dayalı olarak hesaplandı⁷³.

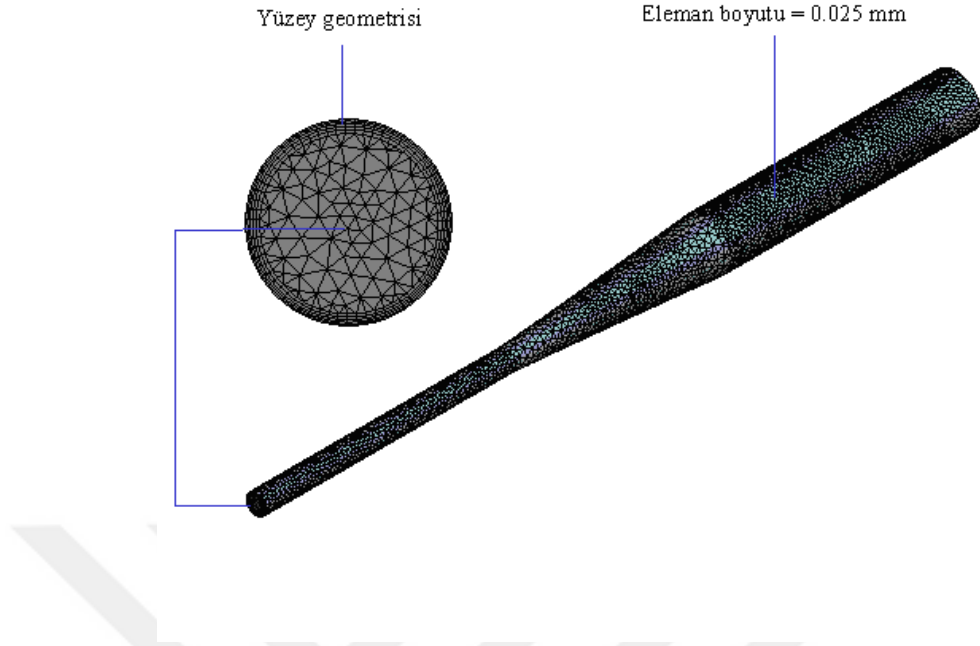
Akış analizlerinde ise akışkan ile duvar arasında oluşan kayma gerilmeleri AnsysWorkbench programı kullanılarak hesaplandı. Hesaplamalarda, akışkan olarak kullanılacak kanın özellikleri: dansite (kg/m^3): 1050^{82} , öz ısı (J/kg-K): 3900^{83} , ısı iletkenliği (W/m-K): $0.492^{84, 85, 86}$, viskozite (kg/m-s): 0.005^{73} , hız (m/s): 0.059^{82} , ısı ($^{\circ}\text{K}$): $309.15^{73, 82}$ değerlerinde programa aktarıldı.



Şekil 38: Çap kombinasyonları sonrasında tüm anastomoz tekniklerinin geometrik modelleri

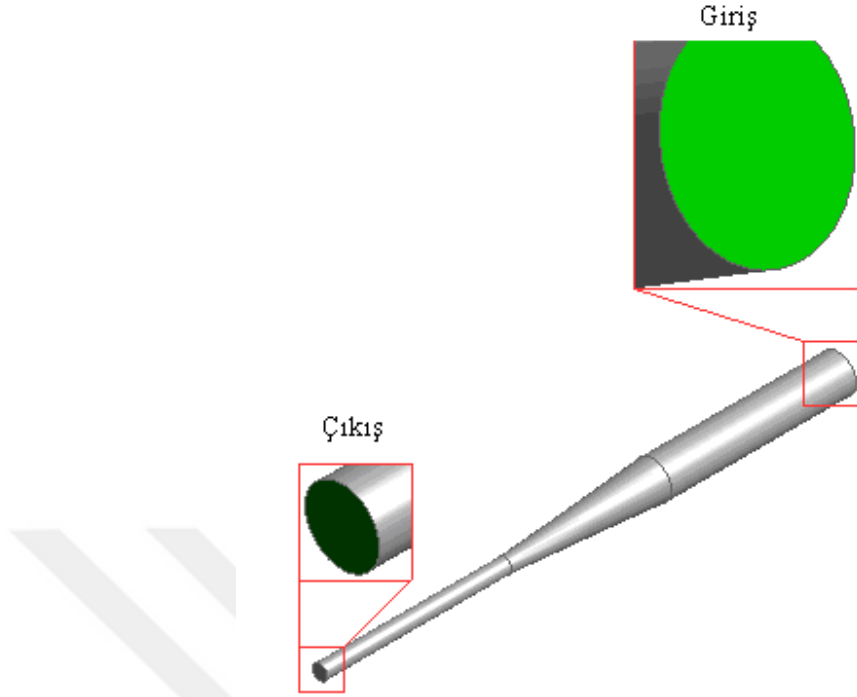
3.4.4.1 YÜKLEME VE SINIR ŞARTLARI

Tasarlanan anastomozların geometrik modelleri üzerinde akışkanın giriş ve çıkış hızları belirlendikten sonra, sonlu hacim modeli için ağ (mesh) işlemi gerçekleştirildi.



Şekil 39: Sonlu hacim modeli için gerçekleştirilen ağ (mesh) işlemi

Ağ işlemlerinde modelin tamamı için üçgen (triangle) eleman tipi seçildi. Bu işlem için eleman boyutu 0,025mm olarak belirlendi. Özellikle akış analizlerinde akışın yüzeylere paralel olmasını sağlamak için yüzey geometrisi özelliği kullanıldı. Ağ işlemi sonrasında sonlu hacim modeli 1374017 düğüm (node) ve 618968 elemana sahipti (Şekil 39). Akış analizlerinin tamamında akışkan yönü büyük damardan küçük damara doğru tanımlandı ve başlangıç hızı büyük damarın giriş yüzeyinden 0,059 m/sn olarak alındı⁸² (Şekil 40).



Şekil 40: Sonlu hacim modeli

3.4.4.2 HEMODİNAMİK MODELLEME

Damar boyunca, kan sıvısı sıkıştırılamaz ve viskoz özelliğe sahip olduğundan, program içerisinde, kan akışı kararsız, sıkıştırılamaz ve viskoz olarak tanımlandı. Genel olarak, damar yapısında herhangi bir geometrik düzensizlik olmadığı sürece, kanın damar içindeki akışı laminar akış davranışı gösterecektir. Buna göre, büyük damar ile küçük damar arasındaki anastomoz hattında akışkan ister istemez türbülans akış konumuna geçecektir. Bu hesaplamalarda da, akışkanın türbülans davranışı dikkate alınarak, kütle, momentum ve enerji denklemleri kullanıldı. Bu nedenle, sonlu hacim modellerinde türbülanslı akış modeli seçilerek, çözümün daha doğruya yaklaşımı için, program döngüsünde toplam 100 iterasyon işlemi gerçekleştirildi. Akışkanlar mekaniği metodları kullanılarak, akışkanın kütle, momentumu, ve kinetik enerjisini veren genel diferansiyel denklemleri aşağıda verilmiştir⁸⁷.

Akışkan hızı bileşenleri:

u = hızın x bileşeni

Q_v = viskoz ısı

v = hızın y bileşeni

Q_g = ısı oluşumu

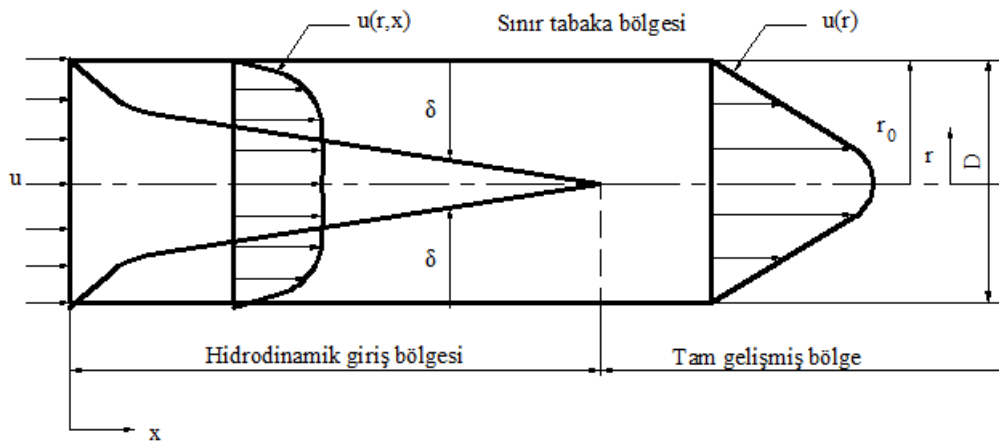
w = hızın z bileşeni

Kütle: $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} = 0$

Momentum: $\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right)$

Enerji : $\rho \left(\frac{\partial E}{\partial t} + u \frac{\partial E}{\partial x} + v \frac{\partial E}{\partial y} + w \frac{\partial E}{\partial z} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) - \nabla \cdot p \vec{V} + \dot{Q}_v + \dot{Q}_g$

Kan damara girdikten sonra, girişte düzgün olan hız dağılımı, cidardaki sürtünme ve kanın viskozitesi nedeniyle değişikliğe uğrar. Değişim belirli bir şekil alana kadar devam eder ve daha sonra bu şekil değişmez. Hız dağılımının girişten itibaren değiştiği kısma **hidrodinamik giriş bölgesi**, sabit kaldığı kısma **tam gelişmiş bölge** adı verilir (Şekil 41). Hidrodinamik giriş bölgesinde hız, hem yarıçapın hem de x uzaklığının bir fonksiyonu olarak değişmektedir.



Şekil 41: Laminer akımda hız dağılımının girişten itibaren değiştiği ve sabit kaldığı kısımlar

Damar içinde kan akışı laminer veya türbülanslı olabilir. Damar içindeki hız fonksiyonu laminer akış halinde ve tam gelişmiş bölgede **parabol** şeklindedir (bkz.Şekil 41).

Damar içindeki akışta **Reynold Sayısı** aşağıdaki bağıntılara göre hesaplanır.

$$Re_D = \frac{u_{ort} D}{\nu} = \frac{4Q}{\mu D \pi}$$

$$Q = \frac{\mu D^2}{4} u_{ort} \rho$$

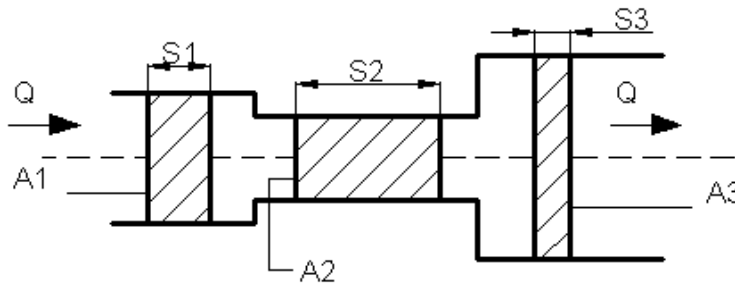
$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Burada u_{ort} damar içindeki ortalama akışkan hızını (m/sn), D damar iç çapını ve Q_k ise akışkan debisini (kg/sn) (birim zamanda geçen akışkan miktarı), başka bir deyişle kütleli debiyi ifade eder. Kütleli debi ise; hacimsel debi ile yoğunluğun çarpılması sonucunda elde edilir.

$$\text{Hacimsel debi: } Q_h: \frac{V}{t} \quad \begin{matrix} (\text{m}^3 \cdot \text{cm}^3) \\ (\text{dk. sn}) \end{matrix}$$

$$\text{Kütleli debi: } Q_k: Q_h \rho$$

Farklı kesitlere sahip bir damar içinde sürekli olarak akmakta olan kanın debisi her noktada aynıdır. Bu durum **Süreklilik** olarak tanımlanır ve tanımı ise **Süreklilik Denklemi** ile hesaplanır (Şekil 42).

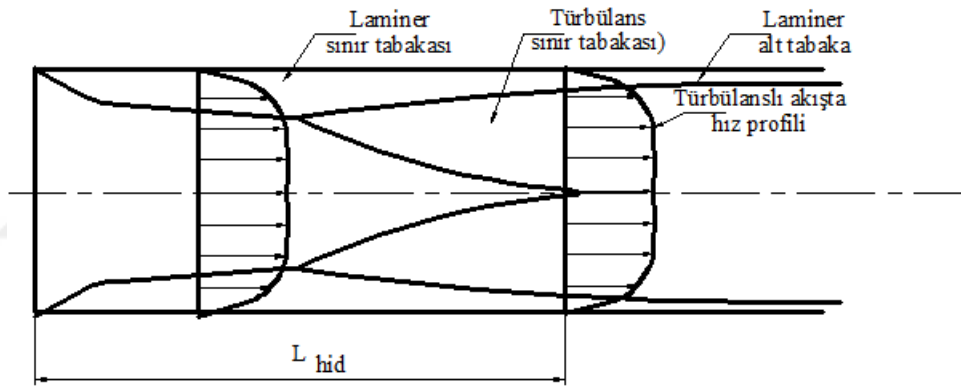


Şekil 42: Süreklilik denklemi

Damar içindeki akışta kritik Reynolds sayısı yaklaşık 2300'dür. $Re < 2300$ ise akış laminerdir ⁸⁸. Tam gelişmiş laminar akım halinde damar içindeki kanın hız dağılımı için, teorik hesaplama sonucu aşağıdaki bağıntı bulunur. Burada u_r ; herhangi bir r çapındaki hız, u_{max} ise maksimum hızdır.

$$u_r = u_{max} \cdot \left(1 - \frac{r^2}{r_o^2}\right)$$

Geçiş bölgesi $2300 < Re_{kr} < 4000$ arasındadır. Damar içinde $Re > 4000$ değerinden sonra tamamen türbülanslı akış davranışı gösterir. Fakat $2300 < Re_{kr} < 4000$ arasında hem laminar hemde türbülanslı akış davranışı gösterir (Şekil 43).

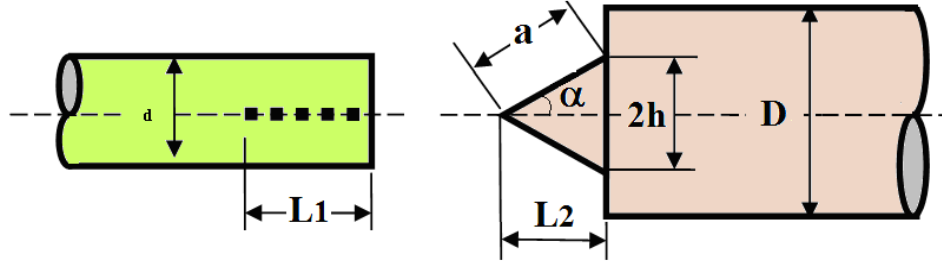


Şekil 43: Damar içindeki türbülanslı akışta hız dağılımı

3.4.4.3 TRIANGULER FLEP TEKNİĞİNİN MATEMATİKSEL MODELLEMESİ

Üçgen flep tekniğinin matematiksel modelini oluşturmak için yapılan şemada: küçük olan damar çapı; d, büyük olan damar çapı; D, küçük olan damarda yapılan kesi; L_1 , büyük olan damardaki flep uzunluğu; L_2 , büyük olan damardaki üçgen flebin kenar uzunluğu; a, üçgen flebin taban uzunluğu; 2h, üçgen flebin tepe açısının yarı; α olarak isimlendirildi (Şekil 44).

Her iki damarda da yapılan kesiler sonrasında oluşan çevresel uzunlukların birbirine eşit oldukları varsayılarak, flep uzunluğunun (L_2) ne kadar olması gerektiğini veren denklem aşağıda bulundu. L_2 uzunluğu, karşı damarda yapılacak kesi uzunluğunun (L_1) bir fonksiyonu olarak elde edildi.



Şekil 44: Üçgen flep tekniğinde damarların matematiksel modeli

Küçük olan damarın çevre uzunluğu: ζ_1 , büyük olan damarın çevre uzunluğu: ζ_2

$$\zeta_1 = \pi \cdot D_1 + 2 \cdot L_1$$

$$a = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{L_2}{\cos \alpha}$$

$$\zeta_2 = \pi \cdot D_2 + 2 \cdot a - 2 \cdot h = \pi \cdot D_2 + 2 \cdot \frac{L_2}{\cos \alpha} - 2 \cdot L_2 \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

Her iki damarın ağız çevre uzunlukları birbirine eşitlenirse: $\zeta_1 = \zeta_2$ olur.

$$\pi \cdot D_1 + 2 \cdot L_1 = \pi \cdot D_2 + 2 \cdot \frac{L_2}{\cos \alpha} - 2 \cdot L_2 \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \pi \cdot D_2 + 2 \cdot L_2 \cdot \left(\frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha} \right)$$

$$\pi \cdot D_1 + 2 \cdot L_1 - \pi \cdot D_2 = 2 \cdot L_2 \cdot \left(\frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha} \right)$$

Buradan L_2 uzunluğu; L_1 uzunluğuna bağlı bir fonksiyon olarak aşağıdaki gibi elde edilir.

$$L_2 = \frac{\pi \cdot (D_1 + 2 \cdot L_1 - \pi \cdot D_2)}{2 \cdot \left(\frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha} \right)}$$

BULGULAR

Denekler çalışma süresince 22 °C sabit oda sıcaklığında tutularak, sınırsız su ve standart laboratuvar yemiyle beslendi. Hayvanlar tek-tek zemini taze talaş kaplı kafeslerde tutuldu. Su ve yem günlük olarak kontrol edildi. Bu dönem içinde deneklerde kilo kaybı ya da alımı gözlenmedi.

Çalışma boyunca; eğimli kesi tekniği grubundan iki tane ve balık ağzı kesisi tekniği grubundan bir tane sıçan sağ arka bacaklarında gelişen total nekroz sonucunda kaybedildi. Ayrıca eğimli kesi tekniği grubundan bir adet sıçanın postoperatif üçüncü gün ve balık ağzı kesisi tekniği grubunda bir adet sıçanın da postoperatif yedinci gün sağ arka bacaklarında diz seviyesinin altında gelişen nekroz nedeniyle, bacakları diz seviyesinden itibaren ampute edildi.

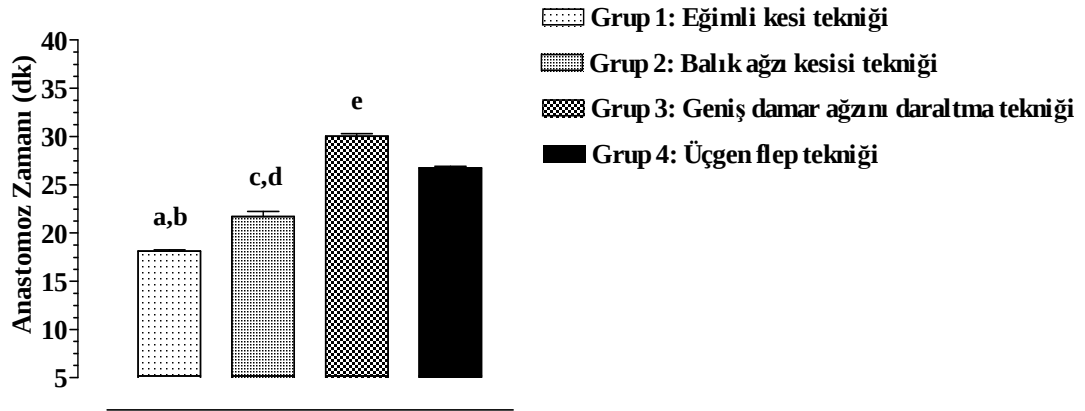
4.1 KLİNİK DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

4.1.1 ANASTOMOZ ZAMANI

Dört grupta yapılan toplam kırksekiz anastomozun, anastomoz zamanları incelenip; ortalama süreleri aşağıda belirtildi. (Grafik 1, Tablo 2)

Verilerimize göre; en kısa ortalama anastomoz zamanı eğimli kesi tekniğine ait ve en uzun ortalama anastomoz zamanı geniş damar ağzını daraltma tekniğine ait olarak bulundu. İstatistiksel değerlendirmeler yapıldığında tüm gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark bulundu.

Grafik 1: Grupların ortalama $\pm$ SD anastomoz süreleri



- a: Eğimli kesi tekniğinin, balık ağzı kesisi tekniğine göre $P < 0.05$
b: Eğimli kesi tekniğinin, geniş damar ağzını daraltma ve üçgen flep tekniklerine göre $P < 0.001$
c: Balık ağzı kesisi tekniğinin, geniş damar ağzını daraltma tekniğine göre $P < 0.001$
d: Balık ağzı kesisi tekniğinin, üçgen flep tekniğine göre $P < 0.05$
e: Geniş damar ağzını daraltma tekniğinin, üçgen flep tekniğine göre $P < 0.05$

Tablo 2: Her bir grubun ortalama $\pm$ SD anastomoz süreleri

	Eğimli kesi tekniği	Balık ağzı kesisi tekniği	Geniş damar ağzını daraltma tekniği	Üçgen flep tekniği
Anastomoz süresi (dakika)	18,1 $\pm$ 0,4	21,6 $\pm$ 0,5	30,0 $\pm$ 0,8	26,7 $\pm$ 0,6

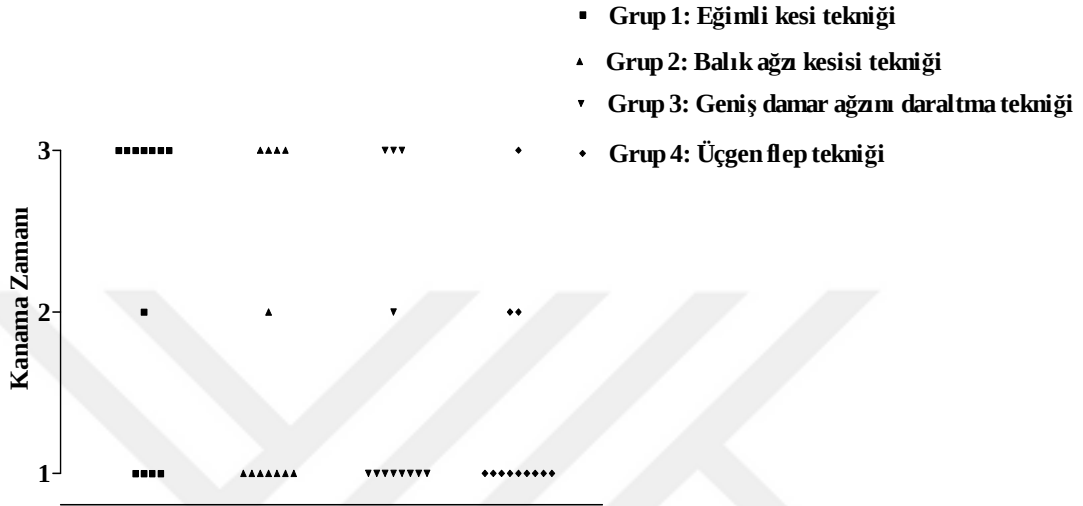
4.1.2 KANAMA ZAMANI

Her bir denekteki kanama zamanı, kanamanın nasıl durdurulduğuna göre üç gruba ayrılarak kaydedildi: kendi kendine duran kanama, yağ dokusu basısı ile duran kanama ve tekrar dikiş gerektiren kanama. Veriler istatistik programına aktarılacak üzere; kendi kendine duran kanama= 1, yağ dokusu basısı ile duran kanama= 2 ve tekrar dikiş gerektiren kanama = 3 olarak tanımlandı.

Kanama zamanlarının ortalama değerleri yukarıda anlatılan gruplamaya bağlı olarak; eğimli kesi tekniği grubunda $2,2 \pm 0,9$; balık ağzı kesisi tekniği grubunda $1,7$

$\pm 0,9$; geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda $1,5 \pm 0,9$ ve üçgen flep tekniği grubunda $1,3 \pm 0,6$ olarak bulundu.

Grafik 2: Kanama zamanlarınının yapılan gruplamaya bağlı olarak gösterilmesi

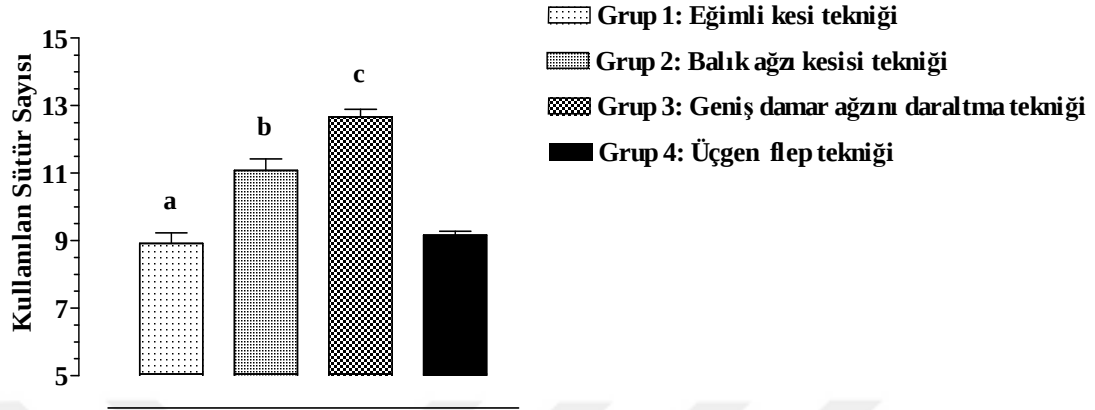


Kanama zamanı için en düşük skor üçgen flep grubunda bulunurken, en uzun skor eğimli kesi tekniği grubunda bulundu. Gruplar arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede eğimli kesi tekniği grubu ile üçgen flep tekniği grubu arasında istatistiksel anlamlı fark bulundu ($P < 0.05$).

4.1.3 SÜTÜR SAYISI

Tüm deneklerde anastomoza hazırlık aşamasında, anastomoz sırasında ve kanama zamanı değerlendirmesinde tekrar dikiş gerektiren kanamalarda atılan toplam suture sayıları kaydedilerek aşağıdaki veriler elde edildi. Toplam suture sayılarının ortalamaları; eğimli kesi tekniği grubunda $8,9 \pm 1,0$, balık ağzı kesisi tekniği grubunda $11,8 \pm 1,1$; geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda $12,6 \pm 0,7$ ve üçgen flep tekniği grubunda $9,1 \pm 0,3$ olarak bulundu.

Grafik 3: Anastomoza hazırlık aşamasında, anastomoz sırasında ve kanama zamanı değerlendirmesinde tekrar dikiş gerektiren kanamalarda atılan toplam sütür sayılarının ortalama değerleri



- a: Eğimli kesi tekniğinin, balık ağzı kesisi ve geniş damar ağzını daraltma tekniklerine göre $P < 0.001$
b: Balık ağzı kesisi tekniğinin, üçgen flep tekniğine göre $P < 0.001$
c: Geniş damar ağzını daraltma tekniğinin, üçgen flep tekniğine göre $P < 0.001$

Tüm deneklerde anastomoza hazırlık aşamasında, anastomoz sırasında ve kanama zamanı değerlendirmesinde tekrar dikiş gerektiren kanamalarda atılan toplam sütür sayıları değerlendirildiğinde; en az sayıda sütürün eğimli kesi tekniğinde, en fazla sayıda sütürün ise geniş damar ağzını daraltma tekniğinde atıldığı bulundu. Eğimli kesi tekniği ile üçgen flep tekniği arasında; sütür sayısı açısından anlamlı bir fark tespit edilmezken, üçgen flep tekniğindeki sütür sayısının; balık ağzı kesisi tekniği ve geniş damar ağzını daraltma tekniğindeki sütür sayılarına göre istatistiksel anlamlı düşük olduğu tespit edildi (Grafik 3).

4.1.4 GEÇİRGENLİK ORANLARI

Anastomoz yapılan damarlar yaklaşımcı klemp açıldıktan sonra; 5. dak., 15. dak ve 14. günlerde anastomoz geçirgenliği açısından değerlendirildi. Değerlendirmeler Acland'ın "boşalt ve doldur" testi ile yapıldı ve iyi-orta ve kötü olarak derecelendirilerek kaydedildi^{78, 79}.

İstatistiksel değerlendirmeler; hem gruplar arasında, hem de grupların kendi içinde 5. dak., 15. dak.ve 14. günlerdeki geçirgenlik oranları arasında yapıldı. Veriler istatistik programına aktarılırken kötü = 1, orta = 2 ve iyi = 3 olarak tanımlandı.

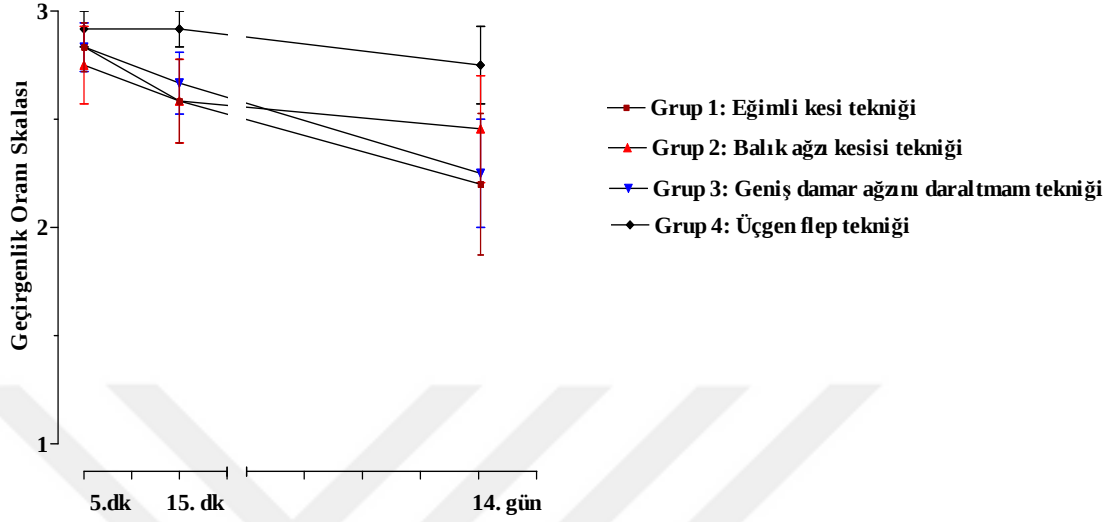
Tablo 3: Grupların; 5. dak., 15. dak ve 14. günlerdeki geçirgenlik oranlarının sayısal olarak değerleri

	Eğimli kesi teknîği	Balık ağzı kesisi teknîği	Geniş damar ağzını daraltma teknîği	Üçgen flep teknîği
5. dakika ortalama Geçirgenlik değerleri	2,8 ± 0,3	2,7 ± 0,6	2,8 ± 0,3	2,9 ± 0,2
15. dakika ortalama Geçirgenlik değerleri	2,5 ± 0,6	2,5 ± 0,6	2,6 ± 0,4	2,9 ± 0,2
14. gün ortalama Geçirgenlik değerleri	2,2 ± 1,0	2,4 ± 0,8	2,2 ± 0,8	2,7 ± 0,6

Deney gruplarının kendi içindeki 5. dak., 15. dak. ve 14. gün geçirgenlik verileri istatistiksel olarak incelendiğinde istatistiksel anlamlı bir fark bulunmadı.

5. dak., 15. dak. ve 14. gün geçirgenlik verileri gruplar arasında değerlendirildiğinde; istatistiksel analizlerinde anlamlı fark bulunmadı. Ancak istatistiksel anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, üçgen flep tekniği grubunun 5. dak., 15. dak. ve 14. gün geçirgenlik verileri ortalaması değerlendirildiğinde en iyi ortalamaya sahip olduğu görüldü (Tablo 3, Grafik 4).

Grafik 4: Yapılan anastomozların; gruplara göre, 5. dak., 15. dak. ve 14. günlerdeki geçirgenlik durumları

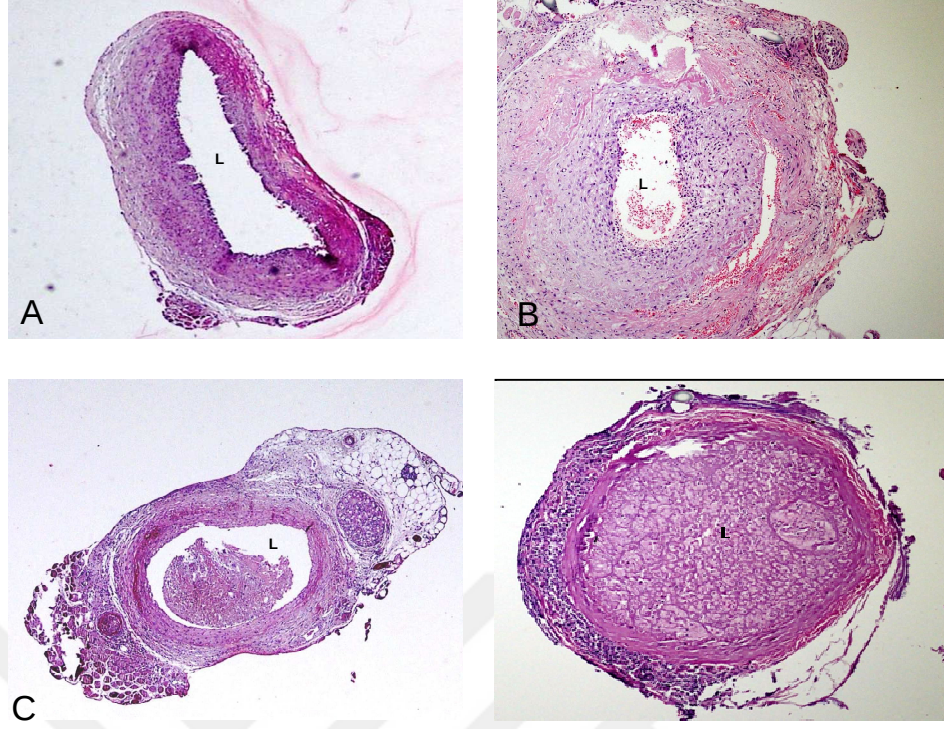


4.2 HİSTOPATOLOJİK DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

Tüm tekniklerde incelenen histopatolojik preparatlar, anastomozdan sonraki ondoördüncü günde, anastomoz hattını içeren doku örneklerinden hazırlandı.

4.2.1 LÜMEN ÖZELLİKLERİ

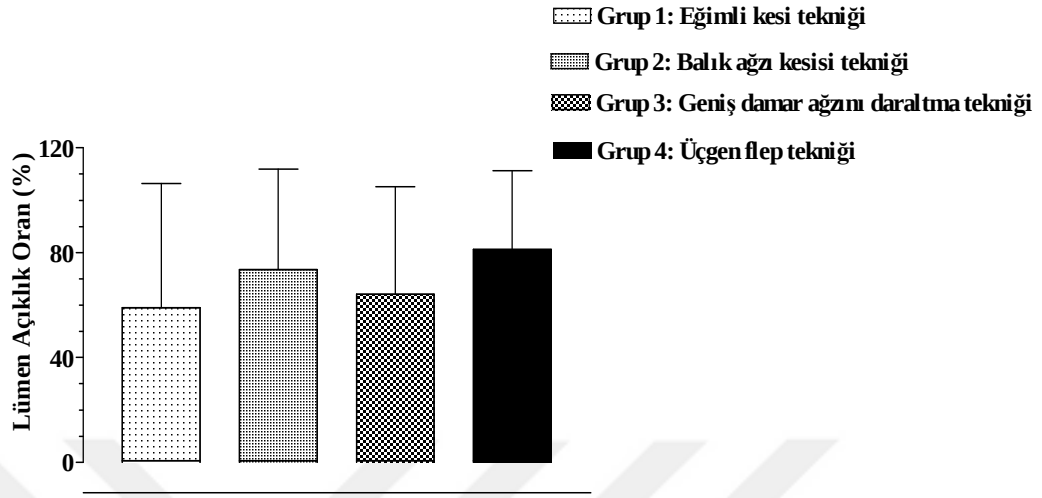
Her bir gruptaki deneklerin; histopatolojik preparatları incelendiğinde; damar lümenlerinin hangi oranlarda (%) açık olduklarının ortalama değerleri; eğimli kesi tekniği grubunda % 59, balık ağzı kesisi tekniği grubunda % 74, geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda % 64 ve üçgen flep tekniği grubunda % 81 olarak bulundu (Şekil 45).



Şekil 45: Histopatolojik preparatlarda, çeşitli oranlarda lümen açıklık oranları, **(A)**Lümen tamamen açık (H&E x 40) **(L:Lümen)**, **(B)**Lümen belirgin endotel proliferasyonu ile daralmış görünümde (H&E x 100) **(L:Lümen)**, **(C)**Lümen trombüs ile kısmen kapalı görünümde (H&E x 40) **(L:Lümen)**, **(D)**Lümen trombüs ile tamamına yakın kapalı görünümde (H&E x 40) **(L:Lümen)**

Damar lümenlerinin açıklık oranları gruplar arasında değerlendirildiğinde; istatistiksel analizlerinde anlamlı fark bulunmadı. İstatistiksel anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte üçgen flep tekniğinin lümen açıklık oranı % 81 olarak tespit edilerek, ortalamasının diğer gruplardan daha yüksek olduğu görüldü (Grafik 5).

Grafik 5: Tüm gruplarda; anastomoz hattını içeren damar lümenlerinin histopatolojik değerlendirilmesi ile verilen ortalama açıklık oranları



Her bir gruptaki deneklerin; histopatolojik preparatları, endotel hücreleri tarafından daraltılma açısından incelendiğinde; balık ağzı kesisinde bir preparatta ve üçgen flep tekniğinde iki preparatta endotel proliferasyonu ile lümende daralma tespit edildi. Bu bulguların tekniklere uyumlu olduğu gözlenirken üçgen flep tekniği grubu ile diğer tekniklere ait gruplar arasında lümen daralması açısından histopatolojik olarak dikkat çekici bir özellik görülmedi (Şekil 45B).

4.2.2 TROMBÜS VARLIĞI

Her bir gruptaki deneklerin; histopatolojik preparatları; trombüs varlığı ve karakteri açısından incelendi.

Eğimli kesi tekniği grubu: Elde edilen on adet preparatın % 50'sinde, lümeni farklı oranlarda kapatacak şekilde olmak üzere trombüs varlığı tespit edildi. Preparatların iki tanesindeki trombüsün; fibrin trombüs, iki tanesindeki trombüsün; sellüler trombüs ve bir tanesinde de sellüler rekanalize trombüs (kan akımına izin verecek şekilde) olduğu görüldü.

Balık ağzı kesisi tekniği grubu: Elde edilen onbir adet preparatın % 45,4'ünde, lümeni farklı oranlarda kapatacak şekilde olmak üzere trombüs tespit edildi.

Preparatların bir tanesindeki trombüsün; sellüler trombüs ve üç tanesindeki trombüsün; ise sellüler rekanalize (kan akımına izin verecek şekilde) trombüs olduğu görüldü.

Geniş damar ağzını daraltma tekniği grubu: Elde edilen oniki adet preparatın % 50'sinde, lümeni farklı oranlarda kapatacak şekilde olmak üzere trombüs tespit edildi. Preparatların iki tanesindeki trombüsün; sellüler trombüs ve dört tanesindeki trombüsün de; sellüler rekanalize (kan akımına izin verecek şekilde) trombüs olduğu görüldü.

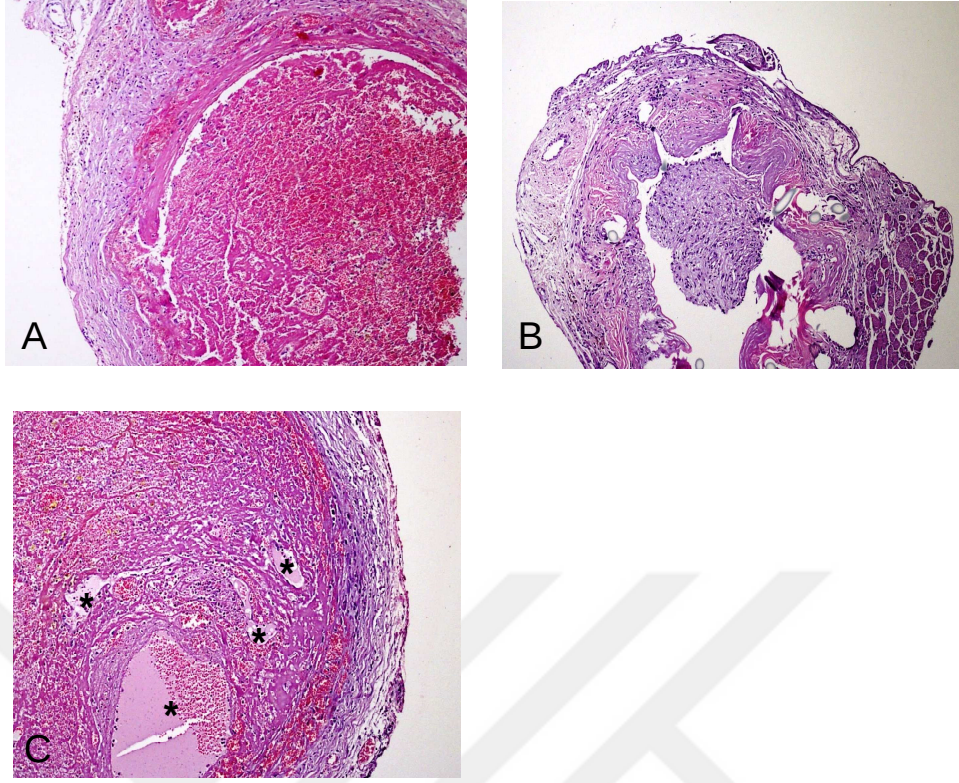
Üçgen flep tekniği grubu: Elde edilen oniki adet preparatın % 41,6'sında, lümeni farklı oranlarda kapatacak şekilde olmak üzere trombüs tespit edildi. Preparatların iki tanesindeki trombüsün; sellüler trombüs üç tanesindeki trombüsünde; sellüler rekanalize (kan akımına izin verecek şekilde) trombüs olduğu görüldü (Şekil 46).

Tüm grupların verileri değerlendirildiğinde; istatistiksel bir fark bulunmamakla birlikte, trombüs varlığı açısından en düşük ortalama değer üçgen flep tekniği grubunda elde edilirken, en yüksek değerler eğimli kesi tekniği grubunda ve geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda elde edildi.

4.2.3 ENDOTELYAL DÖKÜLME VE PROLİFERASYON

Her bir histopatolojik preparat **endotelyal dökülme** açısından incelendiğinde; gruplara göre veriler aşağıdaki gibi elde edildi.

Eğimli kesi tekniği grubunda; bir preparatta hiç endotelyal dökülmenin olmadığı görüldü ve tüm preparatların endotelyal dökülme ortalama değeri ise % 80 olarak bulundu.



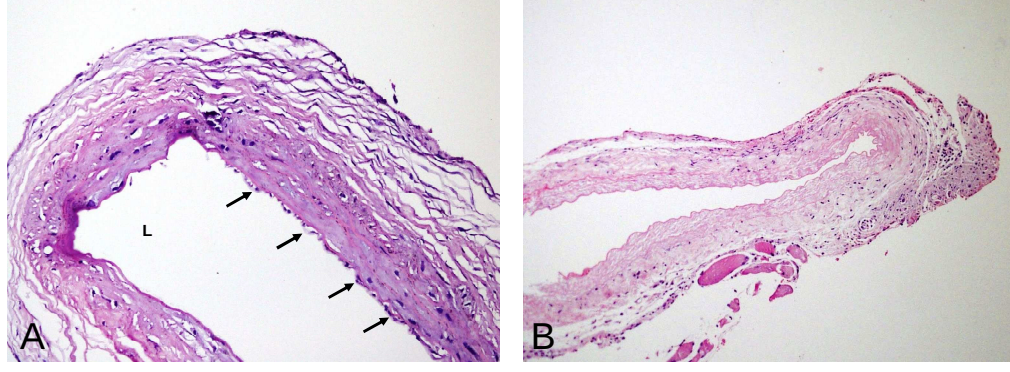
Şekil 46: Histopatolojik preparatlarda, var olan trombüsün özellikleri, **(A)**Fibrin trombüs (H&E x 100), **(B)**Sellüler trombüs (H&E x 100), **(C)**Sellüler –rekanalize trombüs (H&E x 100) (**yıldız:** rekanalize olduğu alanlar)

Balık ağızı kesisi tekniği grubunda; üç preparatta hiç endotelial dökülmenin olmadığı görüldü. Tüm preparatların endotelial dökülme ortalama değeri ise % 59,1 olarak bulundu.

Geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda; beş preparatta hiç endotelial dökülmenin olmadığı görüldü. Tüm preparatların endotelial dökülme ortalama değerinin ise % 58,3 olarak bulundu.

Üçgen flep tekniği grubunda; dört preparatta hiç endotelial dökülmenin olmadığı görüldü ve tüm preparatların endotelial dökülme ortalama değeri ise % 53,3 olarak bulundu (Şekil 47).

Tüm grupların verileri incelendiğinde istatistiksel bir fark bulunmamakla birlikte; üçgen flep tekniğinin endotelial dökülme ortalama değerinin en düşük olduğu ve dört preparatta endotelial dökülmenin olmamasının da en yüksek ikinci veri olduğu görüldü.



Şekil 47: Histopatolojik preparatlarda endotelial dökülme, **(A)**Lümen sol tarafta kısmi endotelial dökülme (H&E x 200) **(Ok: endotelial hücreleri) (L:Lümen), (B)**Tam endotelial dökülme (H&E x 100)

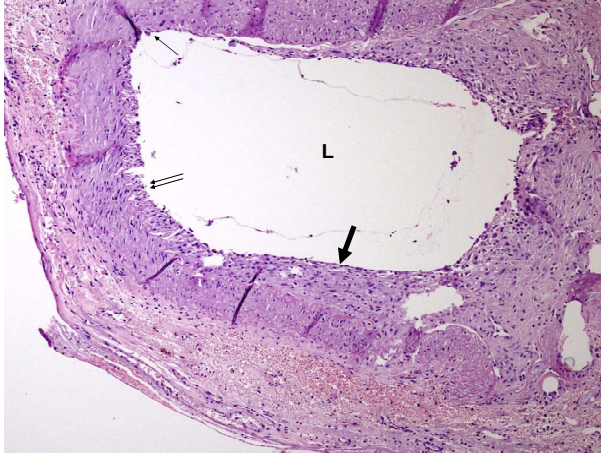
Histopatolojik preparatlar **endotelial proliferasyon** açısından incelendiğinde; gruplara göre veriler aşağıdaki gibi elde edildi.

Eğimli kesi tekniği grubunda; preparatların % 70'in de hiç endotelial proliferasyonun oluşmadığı, preparatların hiç birinde endotelial proliferasyonun tamamlanmadığı görüldü. Buna karşın tüm preparatların endotelial proliferasyon ortalama değeri ise % 10,5 olarak analiz edildi.

Balık ağızı kesisi tekniği grubunda; preparatların % 45,4'ün de hiç endotelial proliferasyonun oluşmadığı ve % 9'unda endotelial proliferasyonun yüzde yüz tamamlandığı görüldü. Tüm preparatların endotelial proliferasyon ortalama değeri ise % 30 olarak analiz edildi.

Geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda; % 58,3 preparatta endotelial proliferasyon hiç oluşmazken, % 33,3 preparatta endotelial proliferasyonun yüzde yüz tamamlandığı görüldü. Tüm preparatların endotelial proliferasyon ortalama değeri ise % 40 olarak analiz edildi (Şekil 48).

Üçgen flep tekniği grubunda; anastomoz hatlarına ait preparatların % 41'inde proliferasyon hiç oluşmaya başlamamışken, % 25'inde yüzde yüz tamamlandığı tespit edildi. Tüm preparatların endotelial proliferasyon ortalama değeri ise % 37,9 olarak analiz edildi.



Şekil 48: Değişen oranlarda endotelial proliferasyon, **Tek ok:** Normal endotel (H&E x 100), **Çift ok:** Hafif-orta endotel proliferasyonu (H&E x 100), **Kalın ok:** Belirgin endotel proliferasyonu (H&E x 100)

Bu veriler arasında istatistiksel bir fark bulunmamakla birlikte; üçgen flep tekniğinin endotelial proliferasyon ortalama değerinin en yüksek ikinci veri olduğu tespit edildi. Ayrıca proliferasyonun hiç oluşmadığı preparat oranı olarak en iyi veri ve proliferasyonun yüzde yüz olduğu preparat oranı olarak en yüksek ikinci veri olduğu görüldü.

Bu bulguların tekniklere uyumlu olduğu gözlenirken üçgen flep tekniği grubu ile diğer tekniklere ait gruplar arasında endotelial dökülme ve proliferasyon açısından histopatolojik olarak dikkat çekici bir özellik görülmedi.

4.2.4 İNTİMA VE MEDIA ÖZELLİKLERİ

Histopatolojik preparatlar intima ve media özellikleri açısından incelendiğinde; gruplara göre veriler aşağıdaki gibi elde edildi.

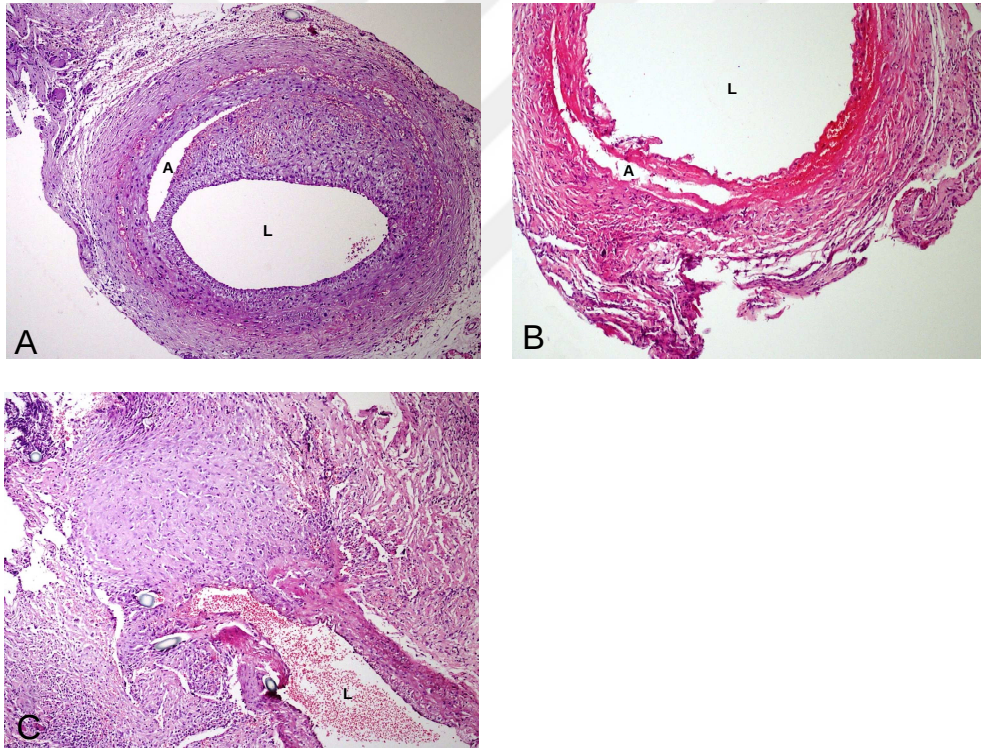
Eğimli kesi tekniği grubunda; bir preparatta intima ve mediaya ait herhangi bir ayrışma, hasar ve nekroza rastlanmazken, diğer preparatlarlarki belirgin özellik intimal ayrışma olarak tespit edildi. Üç preparatta fokal media hasarları ve kanamaları görüldü.

Balık ağzı kesisi tekniği grubunda; üç preparatta intima ve mediaya ait herhangi bir ayrışma, hasar ve nekroza rastlanmazken yine preparatlarlarki en belirgin özellik intimal ayrışma olarak tespit edildi. Dört preparatta fokal media hasarları ve kanamaları görülürken, bir preparatta media ayrışması tespit edildi.

Geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda; bir preparatta intima ve mediaya ait herhangi bir ayrışma, hasar ve nekroz görülmedi. Baskın özellik olarak intima ayrışması izlenirken, iki preparatta media ayrışması görüldü. Dört preparatta fokal media hasarı tespit edildi.

Üçgen flep tekniği grubunda; anastomoz hattını içeren üç preparatta intima ve mediaya ait herhangi bir ayrışma, hasar ve nekroz izlenmezken, intima ayrışması en belirgin özellikti. Dört preparatta fokal media hasarı ve ayrışması görüldü (Şekil 49).

Preparatlar intima ve media özellikleri açısından incelendiklerinde; tüm tekniklere uyumlu olağan bulgular tespit edildi. Üçgen flep tekniğini grubu ile diğer tekniklere ait gruplar arasında intima-media özellikleri ve hasarlanmaları açısından histopatolojik olarak dikkat çekici bir farklılık görülmedi.

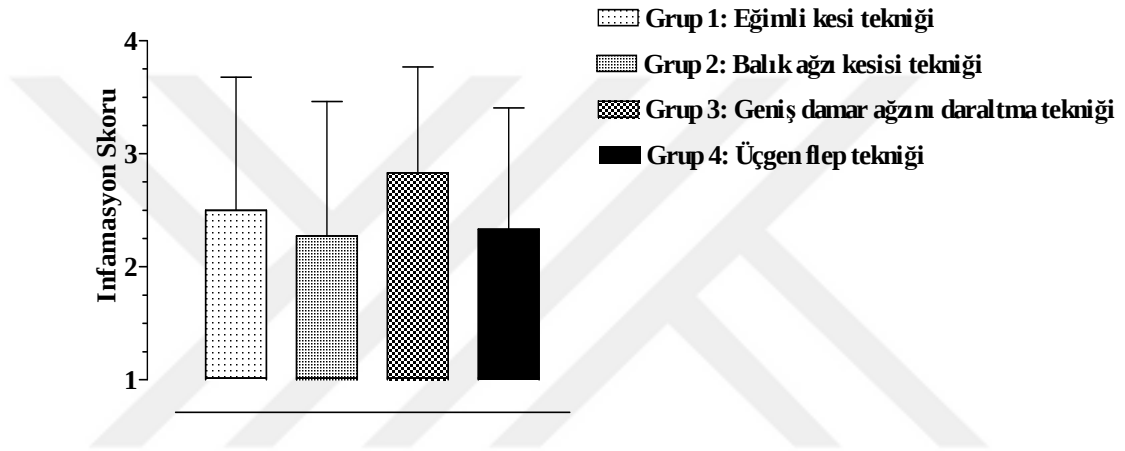


Şekil 49: Histopatolojik preparatlardaki intima ve media değişiklikleri, (A)İntimal ayrışma (H&E x 100) (A:ayrışma) (L:Lümen), (B)Media ayrışması (H&E x 200)(A:ayrışma) (L:Lümen), (C) Media tabakasındaki hasar (H&E x 100) (L:Lümen)

4.2.5 İNFLAMASYONUN VARLIĞI VE HÜCRE ÖZELLİKLERİ

Histopatolojik preparatlar inflamasyonun varlığı ve hücre özellikleri açısından incelendi. Histopatolojik olarak inflamasyon şiddeti skorlanırken; minimal, hafif, orta ve ağır olarak derecelendirildi. Tüm grupların verileri istatistik programına aktarılırken minimal = 1, hafif = 2, orta = 3 ve ağır = 4 olarak tanımlandı.

Grafik 6: Grupların ortalama $\pm$ SD inflamasyon skorları



Eğimli kesi tekniği grubunda; ortalama inflamasyon skoru 2,5 olarak bulundu. Baskın hücre tipleri; lenfositler ve histiyositler olarak görüldü. Hiçbir preparatta nötrofil lökositlere rastlanmadı.

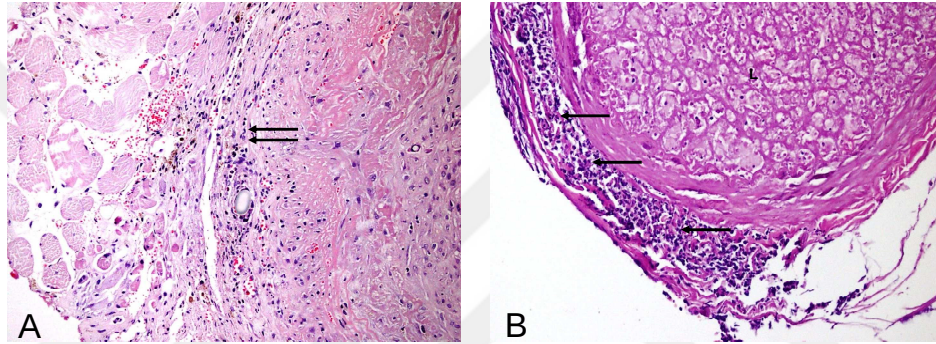
Balık ağzı kesisi tekniği grubunda; ortalama inflamasyon skoru 2,2 olarak bulundu. Baskın hücre tipleri; lenfositler ve histiyositler iken bir preparatta adventisyada olmak üzere nötrofil lökositlere rastlandı.

Geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda; ortalama inflamasyon skoru 2,8 olarak hesaplandı. Baskın hücre tipleri; lenfositler ve histiyositler olarak tespit edildi. Bir preparatta adventisyada ve bir preparatta da media ve adventisyada olmak üzere toplam iki preparatta nötrofil lökositlere rastlandı.

Üçgen flep tekniği grubunda; ortalama inflamasyon skoru 2,3 olarak hesaplandı. Baskın hücre tipleri; lenfositler ve histiyositler olarak tespit edildi. Hiçbir preparatta nötrofil lökositlere rastlanmadı (Şekil 50).

İnflamasyonun varlığı ve hücre özellikleri gruplar arasında değerlendirildiğinde; istatistiksel analizlerinde anlamlı fark bulunmadı. İstatistiksel anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte üçgen flep tekniğinin inflamasyon skorunun; ortalama değerinin en düşük ikinci değer olduğu tespit edildi (Grafik 6).

Ayrıca; deneklerdeki (n = 45), anastomoza hazırlık aşamasında, anastomoz sırasında ve kanama zamanı değerlendirmesinde tekrar dikiş gerektiren kanamalarda atılan toplam sütür sayıları ile inflamasyon oranları arasında istatistiksel korelasyon olup olmadığı incelendiğinde anlamlılık göstermeyen bir pozitif korelasyon olduğu görüldü (Spearman $r = 0,06$).



Şekil 50: Histopatolojik preparatlardaki inflamasyon, **(A)(Ok)**Media ve adventisyadaki hafif lenfo-histiyositik infiltrasyon (H&E x 200), **(B)(Ok)**Nötrofil lökositlerinde eşlik ettiği medial –adventisyal infiltrasyon (**L:Lümen**)

4.2.6 DAMAR DUVARINDA KALSİFİKASYON VARLIĞI

Tüm grupların histopatolojik preparatları damar duvarındaki kalsifikasyon açısından incelediğinde; eğimli kesi tekniğinde bir adet mediada, balık ağzı kesisi tekniğinde bir adet madiada ve üçgen flep tekniğinde bir adet intimada olmak üzere kalsifikasyon varlığı tespit edildi (Şekil 51).

Preparatlar kalsifikasyon varlığı açısından analiz edildiklerinde; üçgen flep tekniğinin özelliklerinin diğer gruplara göre herhangi bir farklılık göstermediği tespit edildi.

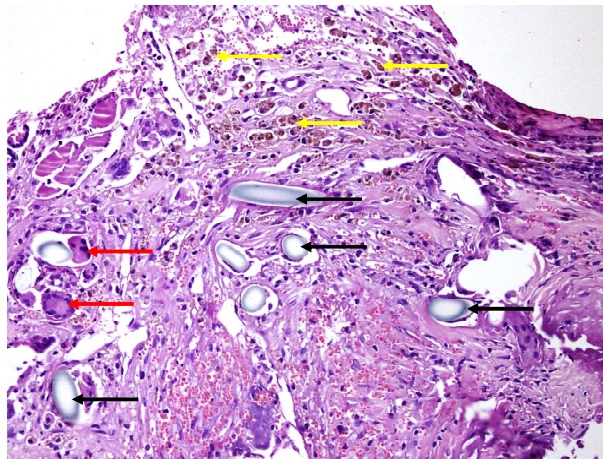


Şekil 51: (Ok) Mediada lokalize kalsifikasyon odağı (H&E x 200) (**L:Lümen**)

4.2.7 LÜMENDE VE DAMAR DUVARINDA SÜTÜR VARLIĞI

Gruplardaki histopatolojik preparatlar lümeninde ve damar duvarında sütür varlığı açısından incelendiğinde; hiçbir preparatın lümeninde sütür görülmedi. Görülen sütürler mediada ve adventisyasda tespit edildi (Şekil 52).

Gruplar sütür varlığı açısından analiz edildiklerinde ise; tüm tekniklere uyumlu olağan bulgular tespit edildi. Üçgen flep tekniğinin; diğer gruplarla arasında histopatolojik olarak dikkat çekici bir farklılık görülmedi.

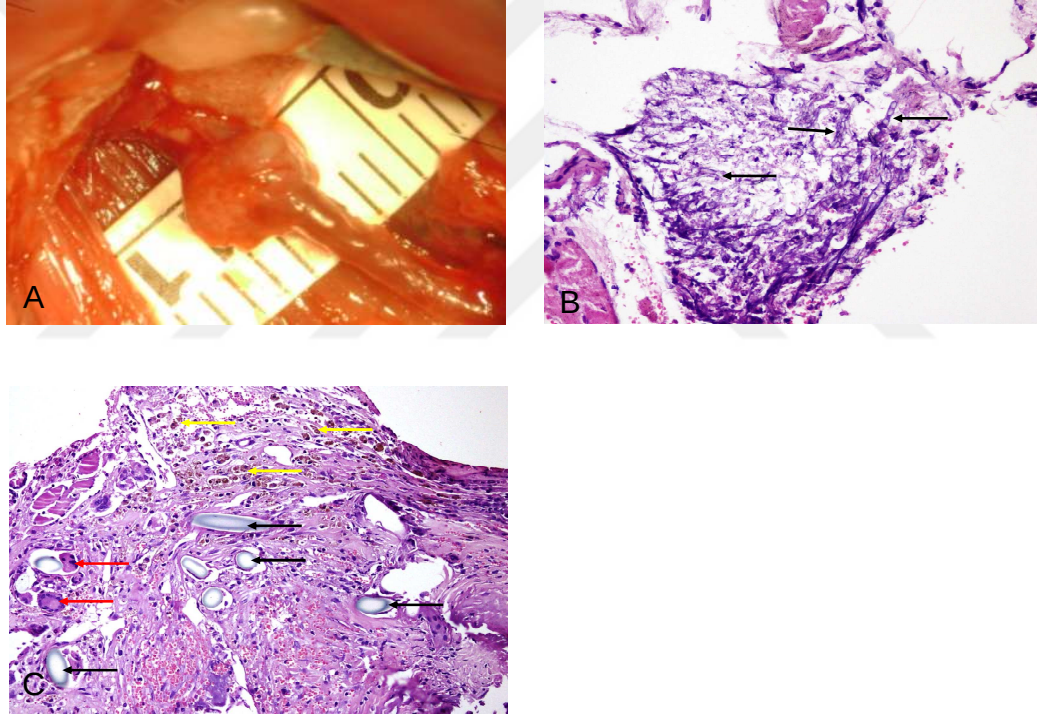


Şekil 52: (Siyah ok) Media ve adventisyada lokalize sütür materyalleri

4.2.8 HİSTOPATOLOJİK EK BULGU

Tüm gruptaki preparatlar sütür çevresi yabancı cisim reaksiyonu, hemosiderin yüklü makrofajlar ve mikroanevrizma açısından incelendi.

Preparatların çoğunda sütür çevresi yabancı cisim reaksiyonu tespit edilirken, bazılarında ise hemosiderin yüklü makroajlar bulunmaktaydı. Hiçbir preparatta mikroanevrizma görülmedi. Geniş damar ağzını daraltma tekniğindeki bir ratın anastomoz hattını da içeren damar cidarında bir adet lenf nodu görüldü. Aynı rata ait histopatolojik preparatta; mantar hifa ve sporları tespit edildi (Şekil 53).



Şekil 53: Histopatolojik ek bulgular, **(A)**Geniş damar ağzını daraltma tekniğindeki, bir ratın damar cidarında görülen lenf nodu, **(B)**Geniş damar ağzını daraltma tekniğinde, damar cidarında lenf nodu görülen rata ait histopatolojik preparatta; tespit edilen mantar spor ve hifaları (H&E x 400), **(C)****(Kırmızı ok)**Yabancı cisim tipi dev hücreler, **(Sarı ok)**Hemosiderin yüklü makrofajlar (H&E x 200)

4.3 MEKANİK HESAPLAMA SONUÇLARI

Yukarıda geometrik tasarımları kısaca açıklanan anastomoz tekniklerinin içerisindeki akışkan (kan) davranışının, sonlu elemanlar metodu kullanılarak simülasyonu yapıldı. Bu simülasyonlar sonucu, tasarlanan farklı anastomoz tekniklerinin yapılarına göre, kan akış hızı, kanın türbülans kinetik enerjisi, türbülans akışın girdap dağılımı, kanın damar duvarına yaptığı basıncı ve damar duvarında oluşan kayma gerilmesi değerleri hesaplandı. Bu hesaplamalar için, yine yukarıda kısaca açıklanan ve değerleri verilen yükleme şartları; kanın giriş hızı, debisi, viskozitesi vb. değerleri tanımlandı. Sınır şartları olarak ise, kanın damar içerisindeki geometrisi ve büyük damardan küçük damara giriş yönü tanımlandı. Hesaplamalar sonucu elde edilen değerler ise, küçük damar çapının (d), büyük damar çapına (D) oranına bağlı olarak elde edildi (Tablo 4).

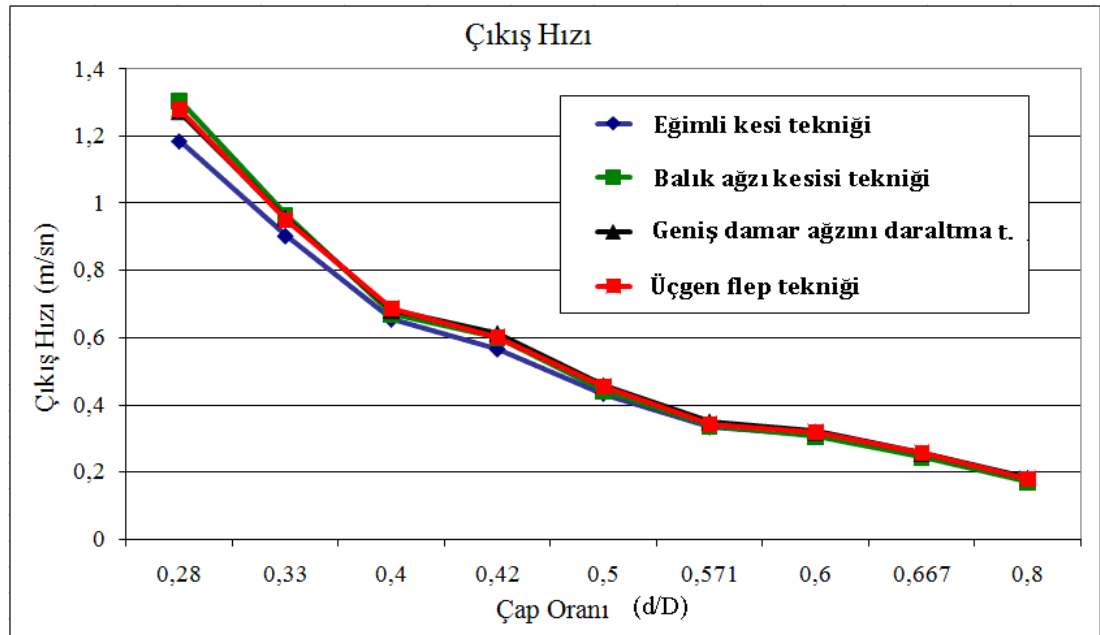
Tablo 4: Küçük damar çapının, büyük damar çapına oranlanması ile elde edilen değerler

d (mm)	D (mm)	d/D
0,4	1,4	0,286
0,4	1,2	0,333
0,4	1	0,4
0,6	1,4	0,42
0,6	1,2	0,5
0,6	1	0,571
0,8	1,4	0,6
0,8	1,2	0,667
0,8	1	0,8

4.3.1 KAN AKIŞ HIZI

Eğimli kesi, balık ağzı kesisi, geniş damar ağzını daraltma ve üçgen flep tekniklerinin, oluşturulan geometrik modellerinde yapılan, kanın damar içerisindeki akış davranış karakteristikleri çap oranına bağlandı. Kanın damara giriş hızı tanımlandıktan sonra, damardan çıkış hızı birbirine anastomoz yapılan damarların çap oranına bağlı bir fonksiyon olarak aşağıda verildi (Grafik 7). Burada genel olarak kanın çıkış hızı; damarlardaki çap farkı oranı arttıkça, azalmaktadır. Buna ilaveten, düşük çap oranlarında eğimli kesi tekniği yönteminde kanın çıkış hızı diğerlerine göre çok az miktarda düşük elde edildi.

Grafik 7: Tüm anastomoz tekniklerinde kanın anastomoz geçiş bölgesi sonrası damardan çıkış hızı değerleri

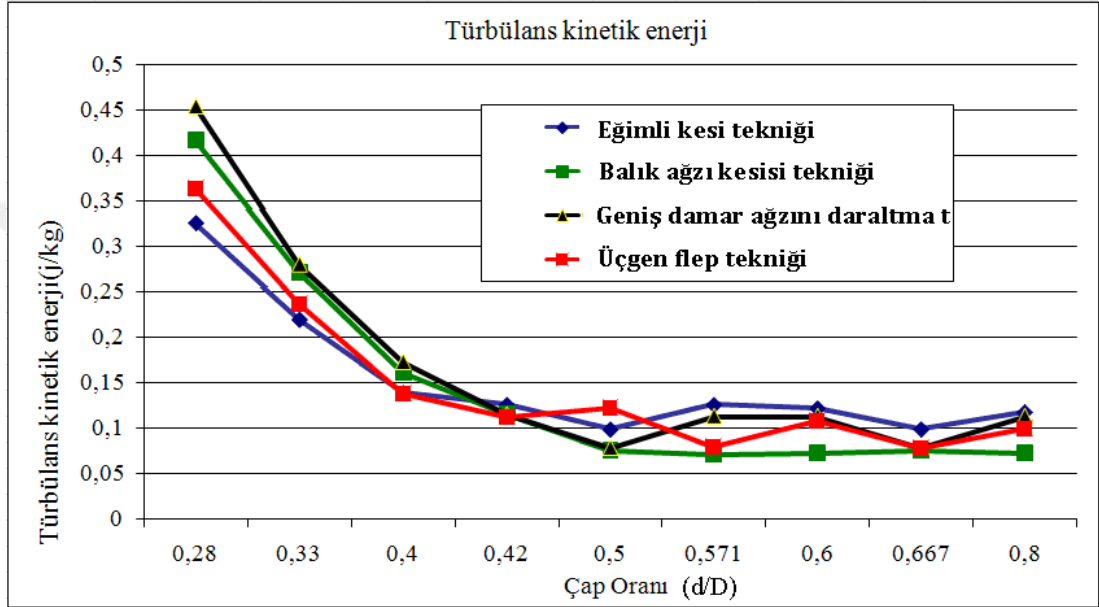


4.3.2 TÜRBÜLANS KİNETİK ENERJİ VE TÜRBÜLANS GİRDAP DAĞILIMI

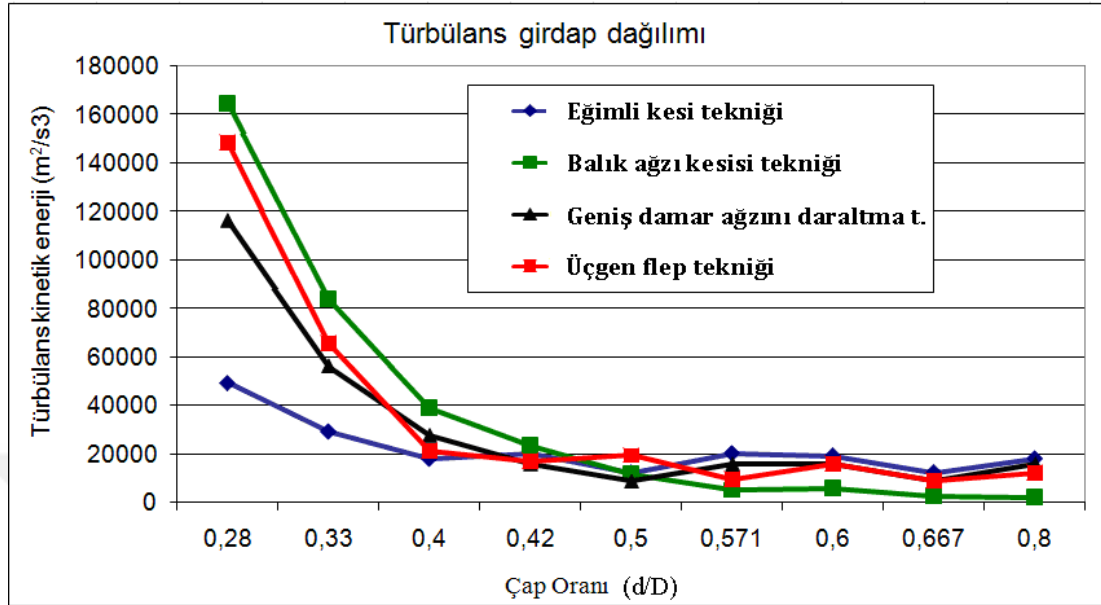
Eğimli kesi, balık ağzı kesisi, geniş damar ağzını daraltma ve üçgen flep tekniklerinin oluşturulan geometrik modellerinde yapılan, kanın damar içerisindeki akış davranışını tanımlayan; türbülans kinetik enerji ve türbülans girdap dağılımları yine damarların çap oranına bağlı birer fonksiyon olarak tanımlandı. Kanın damar

içerisindeki türbülans kinetik enerji ve türbülans girdap dağılımları sonuçlarına bakıldığında, üçgen flep tekniği tüm modellere göre ortalama bir davranış sergilemektedir (Grafik 8 ve Grafik 9).

Grafik 8: Tüm anastomoz tekniklerinde, kanın damar içerisindeki akışına göre oluşan türbülans kinetik enerji değerleri



Grafik 9: Tüm anastomoz tekniklerinde, kanın damar içerisindeki akışına göre oluşan türbülans girdap değerleri



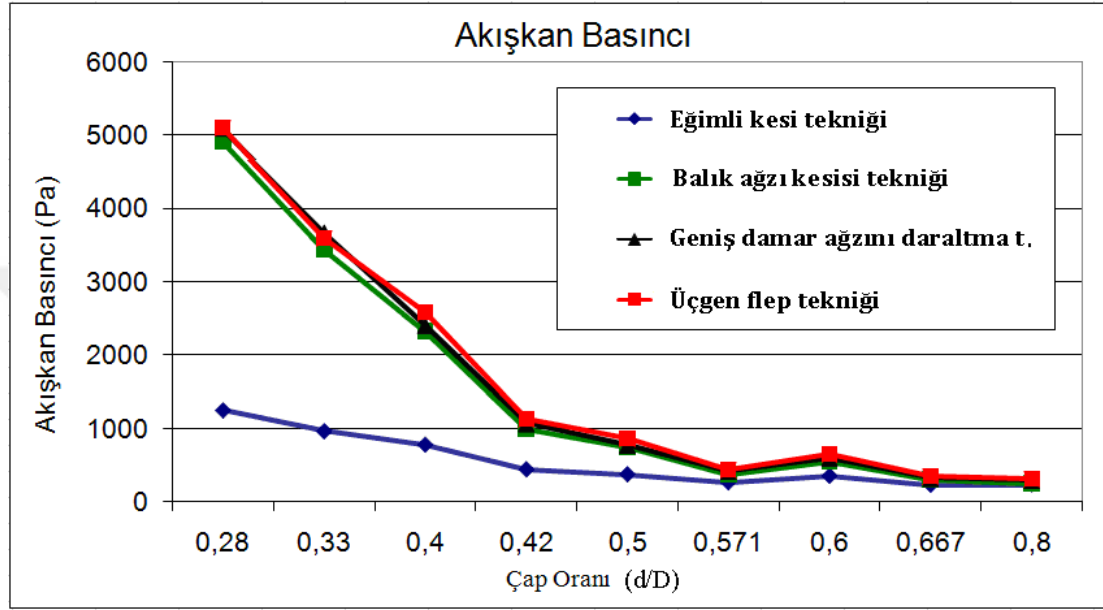
4.3.3 DUVAR BASINCI VE DUVAR KAYMA GERİLMESİ

Eğimli kesi, balık ağzı kesisi, geniş damar ağzını daraltma ve üçgen flep tekniklerinin oluşturulan geometrik modellerinde yapılan, akışkan gücü simülasyonlarında hesaplanan basınç ve duvar kayma gerilme değerleri damarların çap oranlarına bağlı birer fonksiyon olarak elde edildi. Kanın, damar içerisindeki anastomoz geçiş bölgesinde, hareketleri ve davranışları sonucu damar duvarına yaptığı basınç ve kayma gerilmeleri hesaplandı (Grafik 10 ve Grafik 11).

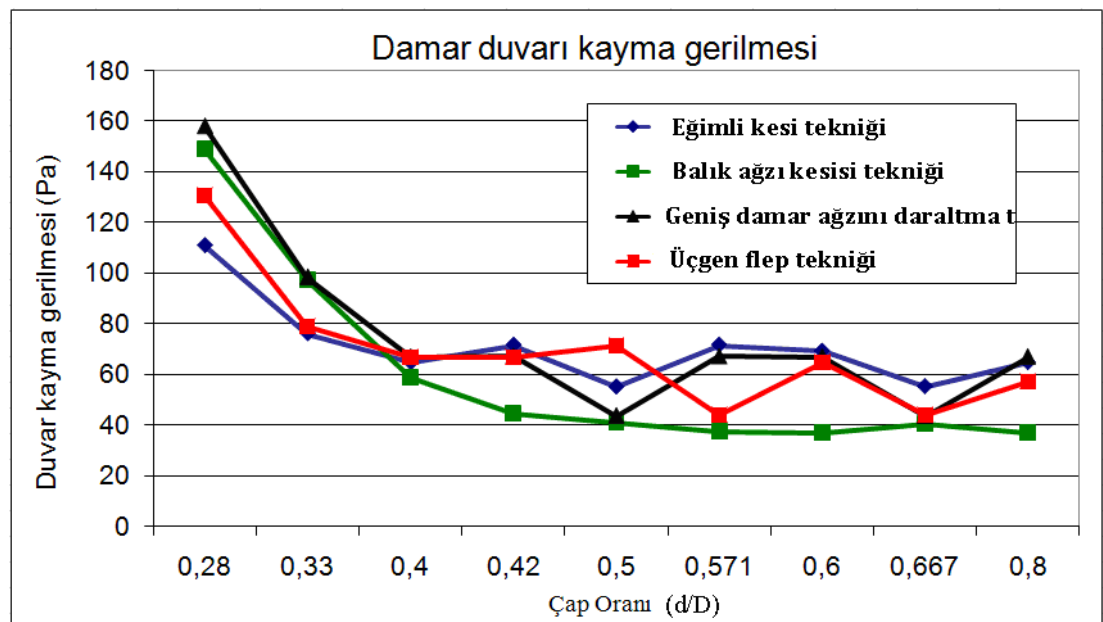
Bu hesaplama sonucu elde edilen basınç değerlerine bakıldığında, eğimli kesi tekniği ile elde edilen anastomoz geçiş bölgesinde, kanın damar duvarına yaptığı basınç değerleri oldukça düşük çıktı (Grafik 10). Yine eğimli kesi tekniğinde, anastomoz geçiş bölgesinde kanın damar duvarı üzerinde oluşturduğu kayma gerilmesi değerleri diğer tekniklere göre biraz düşük hesaplandı (Grafik 11). Bu sonuçlara paralel olarak, üçgen flep tekniğinde ise, kanın anastomoz geçiş bölgesinde damar duvarı üzerinde oluşturduğu kayma gerilmesi diğer tekniklere göre düşük değerlerde hesaplandı (Grafik 11). Bu sonuç aslında, kan damarı duvarının

mukavemeti (dayanımı) veya damar ömrünün diğer tekniklere göre daha fazla olacağını göstermektedir.

Grafik 10: Tüm anastomoz tekniklerinde, kanın damar duvarına yaptığı basınç değerleri



Grafik 11: Tüm anastomoz tekniklerinde, kanın damar duvarına yaptığı kayma gerilmesi değerleri



TARTIŞMA

Başlangıcı antik Hindistan'a dayanan¹³ vasküler cerrahi; 1759'da Hallowel'in ilk damar rekonstrüksiyonu yapması¹⁷ ile ivme kazanmıştır. Carrel ve Guthrie'nin yaptıkları vasküler anastomozlar ve organ nakilleri ile Nobel Tıp ve Fizyoloji ödülünü kazanmaları^{19, 20} ve 1960 yılında Jacobson ve Suarez'in küçük çapa sahip damar onarımında mikroskop kullanmaları²³ rekonstrüktif cerrahi için dönüm noktaları olmuştur. Günümüzde ise teknik gelişmeler ve mikrovasküler anatominin iyi anlaşılması ile pekçok merkezde mikrovasküler anastomozlar tam başarı ile yapılmaya başlanmıştır.

Bir mikrovasküler anastomozun başarısızlığı, deneyim gerektiren, pahalı olan ve uzun zaman alan rekonstrüktif cerrahinin de başarısızlığını da beraberinde getirir. Uzuv kayıpları, flep kayıpları, geciken yara iyileşmeleri ve hastanede yatış süresinin artışı da hasta bazında ilk akla gelen önemli kayıplardır.

Mikrocerrahi anastomozların başarısını etkileyen en önemli nedenler, cerrahi deneyimsizlik ve teknik yetersizliklerdir. Teknik yetersizliklerin arasında; yanlış sütür materyali seçimi³, yanlış iğne tipi seçimi⁴, uygun olmayan büyütme kullanımı^{5,6}, anastomoz hattındaki gerginlik⁷ ve damarların çap uyumsuzlukları bulunmaktadır^{5, 6, 9, 10}.

Çap uyumsuzluğu üzerine yapılan deneysel çalışmalar çok sık olmamakla birlikte, klinikte çok karşılaştığımız bir problemdir. Çap farkı olan damarlara yapılan anastomozlar sonrasında, pekçok problem oluşabilmektedir. Anastomoz sonrası gelişen damar katlanmaları, anastomoz yapılan iki damar arasında açılanmaların olması, fazla sütür materyali kullanılması ile artan trombüs ihtimali ve anastomoz sonrasında damar çaplarında meydana gelen ani değişimler bu problemlerden bazılarıdır. Anastomoz sonrasında damar çaplarında oluşan ani değişimler; kan akımını etkilemekte ve kan akış ayrılmaları ile girdap oluşumuna yol açarak trombosit kümeleşmesine ve birikimine neden olmaktadır^{11, 12}.

Sağlıklı damar yapısında ve çap farkı olmayan damarlara yapılan anastomozlar sonrasında bu değişiklikler genellikle görülmezken, yapılan anastomozların

geometrik özellikleri ve boyutlarında, sağlıklı bir kan akışı için büyük önem taşımaktadır.

Anastomoz yapılacak damarlar arasında çap uyumsuzluğu olduğu durumlarda kullanılan uç-uca anastomoz teknikleri şunlardır: mekanik dilatasyon tekniği, eğimli kesi tekniği, balık ağzı kesisi tekniği, yan dal seviyesinden kesi tekniği, teleskopik (sleeve) teknik, geniş damar ağzını daraltma tekniği, ortak ağz tekniği ve ven grefti tekniği.

1:1.4'e kadar olan çap uyumsuzluklarında kullanılabilen mekanik dilatasyon tekniğinde; küçük çapa sahip damar pensetle dilate edildikten sonra büyük çapa sahip damar ile anastomoz yapılır¹⁸ (bkz.Şekil 8). 1999'da Yüksel ve arkadaşları, perkutanöz transluminal anjiyoplasti katateri ile genişletme tekniğini tanımlamışlardır. Yüksel ve arkadaşları bu teknikle yaptıkları deneysel çalışmada; deney ve kontrol grubunda bulunan tavşanların femoral arterlerinde 2 cm'lik defektler oluşturduktan sonra, her iki grupta da defekt onarımı için karşı bacak yüzeyel femoral arterden (damar çapı 1 mm) alınan greftleri kullanmışlardır. Deney grubundaki greftler perkutanöz transluminal anjiyoplasti katateri ile üç dakika 2,5 atm basıncında dilate edildikten sonra defekte adapte edilmiştir. Çalışma sonucunda iki grup arasında, anastomoz açıklığı açısından, fark bulunmamış ve genişletilen greftlerin endotellerinin sağlam olduğu gösterilmiştir⁵⁶.

Seidenberg ve arkadaşları, 1958 yılında serbest doku aktarımlarında kullanılabilecek “Yan dal seviyesinde damarı keserek açma tekniğini” tanımlamışlardır⁶⁰ (bkz.Şekil 11). Akan ve arkadaşları ise 2004 yılında “Açık Y tekniğini” tanımlamışlar ve rat arteriovenöz şant modelinde bu teknik ile uç-yan anastomoz yapmışlardır. “Açık Y tekniğinde” çapı küçük olan damardaki bir yan dal, ana pedikül ile yaptığı bileşke boyunca açılıp daha geniş bir damar ağzı oluşturulur ve çapı büyük olan damara anastomoz yapılır⁶⁰. Bu teknikle damar çap farkları giderilmiş ve damar kenarları evert edilerek başarılı sonuçlar alınmıştır (bkz.Şekil 12).

“Açık Y tekniğinin” uygulanması sırasında en sınırlayıcı etken; anastomoz yapılacak çapı küçük olan damar üzerinde, distal uca yakın, çok ince olmayan, genişçe, bir yan dal güdüğünün bulunma olasılığıdır. Ayrıca teknik uygulandığında çap uyumsuzluğu oranının tersine dönme ihtimalide “Açık Y tekniğinin” en büyük

dezavantajlarındandır. Anabilim Dalımız da tanımlanan “Üçgen flep Tekniğinin”, “Açık Y tekniğine” göre en önemli avantajları, herhangi bir yan dal aranmadan, çapı küçük olan damarın uzunluğunun izin verdiği her noktada uygulanabilmesi ve çap uyumsuzluğu oranının tersine dönme ihtimalinin olmamasıdır.

Çap uyumsuzluğu 1:3-1:4 oranında ise uygulanabilecek diğer bir anastomoz yöntemi ise “Teleskopik” (“Sleeve”) anastomoz tekniğidir. Lauritzen, 1978 yılında adlandırdığı teknikte; çapı küçük olan damar ucunu, çapı büyük olan damar ucunun içine sokarak, az sütür sayısı ile anastomoz yapmıştır⁶¹ (bkz.Şekil 13). Lauritzen bu teknikle yapmış olduğu çalışmada; üçüncü haftada açıklık oranlarının % 100 (arter, ven ve ven grefti) olduğunu bildirmiştir⁶¹.

Literatürde “Teleskopik” (“Sleeve”) teknikle yapılan, dikiş sayısının ve biçiminin modifiye edildiği pek çok çalışma bulunmaktadır. Nakayama ve arkadaşları, 60° aralıklarla sütür koyarak modifiye ettikleri “Teleskopik” (“Sleeve”) teknikle 15 adet serbest flep yapmışlar ve başarılı sonuçlar almışlardır⁸⁹. Zhang ve arkadaşları ise sadece adventisyaya attıkları 4 adet sütür ile modifiye ettikleri “Teleskopik” (“Sleeve”) teknikle yaptıkları çalışmada altıncı hafta açıklık oranlarını % 100 olarak bildirmişlerdir⁹⁰. Güneren ve arkadaşları 2004’te yaptıkları çalışmada, teleskopik anastomozu iki horizontal matres sütür ile yaptıklarını bildirmişlerdir. Üç hafta sonra patensi oranlarının Lauritzen’in tanımladığı teknik ile aynı olduğunu görmüşler fakat histopatolojik değerlendirmede; kendi tekniklerinde daha fazla intima hasarı, lümen daralması, intramural fibrin ve organize trombüs tespit etmişlerdir.

Bu tekniğin avantajları; kolay uygulanabilir olması, daha az sütür kullanımı ile birlikte daha kısa ameliyat süresi, daha az manüplasyon ve intimal ayrışmanın olması, daha az trombosit birikimi ve farklı çap oranı uyumsuzluklarında kullanılabilmesidir^{8, 61, 91, 92}.

Tekniğin en önemli dezavantajı ise akım yönünün mutlaka küçük damardan, büyük damara doğru olmasıdır. Ayrıca aynı çaptaki damar anastomozlarında, çift damar duvarı anastomoz lümenini daraltacağından bu teknik önerilmez^{91, 92}. “Teleskopik” (“Sleeve”) anastomoz tekniğinin birçok avantajı bulunmasına rağmen Anabilim Dalımız da tanımlanan “Üçgen flep Tekniğinin”, “Teleskopik” (“Sleeve”)

anastomoz tekniğine göre en önemli avantajı; akım yönüne bakılmaksızın çap farkı olan anastomozlar da kullanılabilmesidir.

“Ortak ağız tekniği” ilk olarak 1976 yılında Boeckx ve arkadaşları tarafından klinik mikrocerrahide kullanılmıştır⁶⁶. Boeckx ve arkadaşları tekniği mikrocerrahide ilk kullanmaya başladıklarından beri pekçok değişiklik yapmışlar ve en son halini 2002 yılında tanımlamışlardır. Tekniğin son tanımlanan modifikasyonunda Boeckx ve arkadaşları; özellikle serbest fleplerin konkomitan venleri gibi çapları küçük olan iki damarı önce birbirine dikip daha sonra da çapı daha büyük olan başka bir damara uç-uca adapte etmişlerdir⁶⁷ (bkz.Şekil 17).

“Ortak ağız tekniğinin” en önemli dezavantajları; anastomoz yapılacak çapı küçük iki tane ve çapı daha büyük bir tane damara ihtiyaç duyulması, büyük damarın çapının iki küçük damarın toplam çapına eşit olma zorunluluğu ve üç damar arasında yapay olarak oluşturulan bifurkasyonun trombüse olan eğilimi artırma ihtimalidir^{67, 93, 94}. Anabilim Dalımız da tanımlanan “Üçgen flep Tekniğinin”, “Ortak ağız tekniğine” göre en önemli avantajları ise başka bir küçük damara ihtiyaç duyulmadan mevcut olan damarlara uygulanabilmesi, damarların çap ölçülerinin tekniğimizi sınırlamaması ve tekniğimizde yapay bifurkasyon oluşturulmamasıdır.

Anastomoz yapılacak iki damar arasındaki çap farkı önemli boyutlarda arttığında ven grefti yapılabilecek teknikler arasında sayılmaktadır⁹⁵. 1969’da ven greftini ilk olarak Crowell ve Yaşargil tanımlamıştır⁶⁸ (bkz.Şekil 18). Yazarlar bu teknikle erken dönemlerde kötü sonuçlar bildirmişler, fakat deneyim arttıkça açıklık oranlarını % 100’e çıkarmışlardır. Tüm ven greftleri, valv içerdiklerinden dolayı mutlaka ters çevrilmelidir ve çok uzun bir ven grefti kullanılmamalıdır. Ven grefti tekniğinde dikkat edilmesi gereken diğer bir hususda, ters çevrildiklerinde çap farkının daha belirgin hale gelebilme ihtimalidir^{69, 70}.

Literatürde mikrovasküler ven greftlerinin açıklık oranlarının çalışıldığı pekçok çalışma bulunmaktadır. 1990 yılında Monsivias, sıçan femoral arterlerinde interpozisyonel ven greftleri ile yaptığı uç-uca anastomoz çalışmasında; çap farkı olmayan durumlarda açıklık oranlarını % 90 bulmuştur. Çap farkı bulunduğu durumlarda ise ven greftlerinin, açıklık oranlarını düşürdüğünü belirtmiştir⁹. Zhang ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise; çap farkı olmayan durumlarda kullanılan ven greftlerinin, flep sağ kalımını ve açıklık oranlarını etkilemediği ortaya çıkmıştır⁷¹.

Nakayama ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, anastomoz yapılacak damarlar arasında çap farkı olduğu durumlarda, ven grefti kullanımının geçirgenlik oranlarını ciddi derecede azalttığını bildirmişlerdir⁸⁹. 1994’de Ahn ve arkadaşları ile Zhang ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmalarda ise ven grefti ile yapılan anastomozlarda mükemmel açıklık oranları bildirmiştir^{6, 71}.

Ven greftinin tüm çap farkı oranlarında kullanılabilir olması en önemli avantajıken, valv içerdiklerinden dolayı ters çevrilme zorunlulukları, çok uzun ven greftinin kullanılamaması, greft elde etmek için ek morbidite yaratılması ve ters çevrildiklerinde çap farkının daha belirgin hale gelebilme ihtimali ise en bu tekniğin en önemli dezavantajları arasındadır⁶⁹.

Anabilim Dalımız da tanımlanan “Üçgen flep Tekniği”nin, ven grefti tekniği karşısındaki en önemli avantajları; cerrahi sahada ek bir morbidite yaratılmaması, tek bir anastomoz hattına sahip olması ve dolayısıyla daha az sütür kullanılması ve çap uyumsuzluğunu artıracak herhangi bir uygulamanın olmamasıdır.

Mikrovasküler anastomozlarda, çap uyumsuzluğu olduğu durumlarda uygulanabilecek birçok teknik tanımlanmıştır, fakat hâlâ en ideal teknik tanımlanamamıştır. İdeal tekniğin özellikleri arasında; büyük çap uyumsuzluklarında dahi kullanılabilmesi, kolay uygulanabilmesi, kısa anastomoz süresine sahip olması, az dikiş materyali ile anastomoz yapılabilmesi, damarda daha az travmaya neden olması ve ucuz olması sayılabilir^{63, 96, 97, 98, 99, 100, 101}.

Çap uyumsuzluğunun; mikrovasküler anastomozlarda sık karşılaşılan bir problem olması ve hâlâ en ideal tekniğin bulunamamış olması, bizi yeni bir teknik araştırmaya yöneltti. Bu nedenlerden dolayı Anabilim Dalımız da tanımladığımız “Üçgen flep Tekniğini”, çap uyumsuzluğu durumlarında klinikte sıkça kullanılan; eğimli kesi, balık ağzı kesisi ve geniş damar ağzını daraltma teknikleri ile karşılaştırdık. Karşılaştırdığımız parametreler; anastomoz süresi, kanama zamanı, sütür sayısı, geçirgenlik oranları, lümen özellikleri, trombüs varlığı, endotelial dökülme ve proliferasyon, intima ve media özellikleri, inflamasyonun varlığı ve hücre özellikleri, damar duvarında kalsifikasyon varlığı, lümende ve damar duvarında sütür varlığı, histopatolojik ek bulgu, kan akış hızı, türbülans kinetik enerji ve türbülans girdap dağılımı ve basınç ve duvar kayma gerilimleri oldu.

Çalışmamızda dört teknikteki toplam kırksekiz anastomozun; ortalama **anastomoz süreleri** karşılaştırıldı (bkz.Tablo 2). En kısa anastomoz süresi (ortalama) eğimli kesi tekniğinde elde edilirken, anastomoza hazırlık aşamasında büyük olan damara kesi yapılması ve dikiş atılması gereken geniş damar ağzını daraltma tekniğinde ise en uzun anastomoz süresi (ortalama) elde edildi. Üçgen flep tekniği ise büyük olan damarda flep oluşturulması için geçen süreden dolayı üçüncü sırada yer aldı. Tüm grupların ortalama anastomoz süreleri arasındaki fark birbirleri ile istatistiksel anlamlı bulundu (bkz.Grafik 1). Anastomoza hazırlık aşamasında ve anastomoz sırasında daha çok manipulasyon yapılması gereken tekniklerde daha fazla zamana ihtiyaç duyulacağından dolayı çalışmamızda kaydedilen ortalama anastomoz süreleri literatürle uyumlu bulundu^{74, 75, 76, 77, 81, 102}.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk sekiz anastomozun, **kanama zamanlarının** ortalama değerleri karşılaştırıldı (bkz.Grafik 2). Kanama zamanı için en düşük ortalama değer, üçgen flep tekniği grubunda bulunurken, en yüksek ortalama değer eğimli kesi tekniği grubunda bulundu. Gruplar arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede eğimli kesi tekniği grubu ile üçgen flep tekniği grubu arasında istatistiksel anlamlı fark tespit edildi ($P < 0,05$). Anastomoz yapılan damarlar arasında dikiş sayısının azlığı ile kanama zamanı arasında negatif bir oranın olduğu çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir.^{76, 77, 103, 104}

Çalışmamızda da en az sütür sayısının eğimli kesi tekniğinde kullanıldığı ve en uzun kanama değerinin bu tekniğe ait olduğu tespit edildi. Bu sonuçla çalışmamız literatürle uyumlu bulundu. Fakat üçgen flep tekniğinde kullanılan ortalama sütür sayısı eğimli kesi tekniğine çok yakinken, kanama zamanının en iyi değere sahip olması literatürdeki bilgilerle çelişmektedir. Üçgen flep tekniğinin, dikiş sayısının az olmasına rağmen, kanama zamanının en iyi değere sahip olmasının sebebi; çapı büyük olan damar ucunda hazırlanan üçgen flebin temas yüzeyini artırması olarak değerlendirildi. Ayrıca üçgen flep tekniğinin geometrik modellerinin, akışkan gücü simülasyonlarında hesaplanan duvar kayma gerilme değerleri, diğer tekniklere göre daha düşük hesaplandı (bkz.Grafik 11). Bu sonuçlara göre, tekniğimizin damar duvarının dayanımının diğer tekniklere göre daha fazla olduğunu düşünmekteyiz.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk sekiz anastomozun; anastomoza hazırlık aşamasında, anastomoz sırasında ve kanama zamanı

değerlendirmesinde, sütür atılması gereken durumda atılan, toplam **sütür sayıları** ortalama değerleri karşılaştırıldı. En az sayıda sütürün eğimli kesi tekniğinde, en fazla sayıda sütürün ise geniş damar ağzını daraltma tekniğinde atıldığı bulundu. Eğimli kesi tekniği grubu ile üçgen flep tekniği grubu arasında istatistiksel anlamlı bir fark görülmezken, üçgen flep tekniğindeki sütür sayısının; balık ağzı kesisi tekniği ve geniş damar ağzını daraltma tekniğindeki sütür sayılarına göre istatistiksel anlamlı düşük olduğu tespit edildi (bkz.Grafik 3).

Geniş damar ağzını daraltma tekniğinde anastomoza hazırlık aşamasında; büyük damar ağzından yapılan kısmi eksizyon sonrasında, damarın çapını daraltmak için atılan sütürler ve balık ağzı kesisi tekniğinde ise; küçük damara yapılan kesilerle artan anastomoz yüzeyinin adaptasyonu için atılan sütürler nedeniyle, ortalama sütür sayıları diğer iki gruba göre daha yüksek bulunmuştur. Balık ağzı kesisi ve geniş damar ağzını daraltma tekniklerinde kanama riskini arttırmamak için sütür sayısının azaltılamayacağı literatürde bildirilmiştir^{19, 77, 58}.

Bu sonuçla çalışmamız literatürle uyumlu bulundu. Çalışmamızda üçgen flep tekniğinde anastomoz yüzeyinin artmasına rağmen sütür sayısının çok fazla artmaması literatür bilgileriyle çelişmektedir. Bunun nedeni; üçgen flep tekniğinde büyük damarda oluşturulan üçgen flebin tepe noktasının, küçük damardaki kesinin en proksimal kısmına sadece tek sütürle adapte edilmesidir. Flebin tabanına konulan iki sütür ise flebi adapte etmenin yanı sıra iki damarıda birbirine anastomoz ettiği için toplamda sütür sayısını çok artırmamıştır (bkz.Şekil 35A,B)

Deneyimizde çalıştığımız tekniklerdeki anastomozların **geçirgenlik verileri**; 5. dak., 15. dak. ve 14. gün gruplar arasında ve grupların kendi içinde değerlendirildiğinde; istatistiksel anlamlı fark tespit edilmedi. Ancak istatistiksel anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, üçgen flep tekniği grubunun 5. dak., 15. dak. ve 14. gün geçirgenlik verileri ortalamasının en yüksek değere sahip olduğu görüldü (bkz.Tablo 3 ve Grafik 4). Üçgen flep tekniğinin geçirgenlik değerlerinin, diğer tekniklere oranla yüksekliğinin; istatistiksel anlamlılık göstermemesinin nedeni “n” sayısındaki düşüklük olarak değerlendirildi.

Çalışmamızda; istatistiksel anlamlı fark bulunmasa da eğimli kesi tekniğindeki geçirgenlik oranının; 5. dak., 15. dak. ve 14. gün kendi içindeki düşüşü ve üçgen flep tekniği ile arasındaki geçirgenlik oran farklılığının nedeni; anastomoz yapılırken

artan çap farkları nedeniyle eğimli kesi açısının 30°'den fazla yapılması olarak kabul edildi. Bu sonuçlar literatürle uyumlu olarak bulundu^{18, 34, 57, 58}.

Çalışmamızda; istatistiksel anlamlı fark bulunmasa da balık ağzı kesisi tekniğindeki geçirgenlik oranının; 5. dak., 15. dak. ve 14. gün kendi içindeki düşüşü ve üçgen flep tekniği ile arasındaki geçirgenlik oran farklılığının nedeni; balık ağzı kesisi tekniğinde; sütür sayısının daha fazla olması ve büyük damardan küçük damara geçişin ani ve keskin olmasından dolayı türbülans kinetik enerji ile türbülans girdap dağılımı değerlerinin büyüklüğü ile birlikte artan trombüs ihtimali olarak değerlendirildi. Bu sonuçlar literatürle uyumlu olarak bulundu^{58, 59, 73, 82}.

Çalışmamızda; istatistiksel anlamlı fark bulunmasa da geniş damar ağzını daraltma tekniğindeki geçirgenlik oranının; 5. dak., 15. dak. ve 14. gün kendi içindeki düşüşü ve üçgen flep tekniği ile arasındaki geçirgenlik oran farklılığının nedeni; büyük damardan yapılan kısmi eksizyon ve sütür sayısının ileri derecede artışı olarak kabul edildi. Bu sonuçlar literatürle uyumlu olarak bulunmakla birlikte, teknikteki bu girişimler anastomoz bölgesinde yeni bir travma yaratıp, düzensiz damar sonlanmalarına neden olmuş ve fazladan trombojenik odaklar yaratmıştır^{8, 18, 58}.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun histopatolojik preparatları incelendiğinde; **damar lümenleri (%) açıklık oranlarının** ortalama değerleri; eğimli kesi tekniği grubunda % 59, balık ağzı kesisi tekniği grubunda % 74, geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda % 64 ve üçgen flep tekniği grubunda % 81 olarak bulundu. Üçgen flep tekniğinin (%) açıklık oranlarının, diğer tekniklere göre yüksekliğinin; istatistiksel anlamlılık göstermemesinin nedeni “n” sayısındaki düşüklük olarak değerlendirildi (bkz.Grafik 5).

Çalışmamızda damar lümenleri (%) açıklık oranları değerlendirmeleri, geçirgenlik oranları değerlendirmeleri ile paralellik göstererek, üçgen flep tekniğinin yüksek geçirgenlik oranlarını desteklemektedir. Üçgen flep tekniğindeki lümen açıklık oranlarının yüksekliğinin nedenleri; geçirgenlik oranların yüksekliği ile aynı olarak değerlendirilip, literatürle uyumlu bulunmuştur^{74, 75, 76}.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun histopatolojik preparatları; **lümenin endotel hücreleri tarafından daraltılması** açısından incelendiğinde; balık ağzı kesisi tekniğinde bir preparatta ve üçgen flep

teknğinde iki preparatta endotel proliferasyonu ile lümende daralma tespit edildi. Bu bulguların tekniklere uyumlu olduğu gözlenirken üçgen flep tekniğini grubu ile diğer tekniklere ait gruplar arasında lümen daralması açısından histopatolojik olarak dikkat çekici bir özellik görülmedi^{75, 76}.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun histopatolojik preparatları; **trombüs varlığı** açısından incelendi. Tüm grupların verileri değerlendirildiğinde; istatistiksel bir fark bulunmamakla birlikte, trombüs varlığı açısından en düşük ortalama değer üçgen flep tekniği grubunda (preparatların % 41,6' sında) elde edilirken, en yüksek değerler eğimli kesi tekniği grubunda (preparatların % 50'sinde) ve geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda (preparatların % 50'sinde) elde edildi. Balık ağzı kesisi tekniği grubunda ise preparatların % 45,4'ünde trombüs varlığı tespit edildi.

Üçgen flep tekniğindeki preparatların trombüs oranlarının, diğer tekniklere göre daha az olmasının; istatistiksel anlamlılığa yansımamasının nedeni "n" sayısındaki düşüklük olarak değerlendirildi. Çalışmamızda trombüs oranları değerlendirmeleri, geçirgenlik oranları ve lümen açıklık oranları değerlendirmeleri ile paralellik göstererek, üçgen flep tekniğinin yüksek, geçirgenlik ve lümen açıklık oranlarını desteklemektedir. Üçgen flep tekniğindeki trombüs oranlarının düşüklüğünün nedenleri; az sütür sayısı, lümende sütür bulunmaması, tekniğin geometrik modeli nedeniyle, büyük damardan küçük damara geçişin kademeli olması ve buna bağlı olarak türbülans kinetik enerji ile türbülans girdap dağılımı değerlerinin çok yüksek olmaması olarak değerlendirildi Bu sonuçlar literatürle uyumlu bulunmuştur^{18, 19, 58, 73, 74, 75, 76, 77}.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun histopatolojik preparatları; **endotelyal dökülme** açısından incelendiğinde, ortalama değerler; eğimli kesi tekniği grubunda % 80, balık ağzı kesisi tekniği grubunda % 59,1, geniş damar ağzını daraltma tekniğinde % 58,3 ve üçgen flep tekniği grubunda % 53,3 olarak bulundu. Hiç endotelyal dökülmenin olmadığı preparat sayıları ise eğimli kesi tekniği grubunda bir, balık ağzı kesisi tekniği grubunda üç, geniş damar ağzını daraltma tekniğinde beş ve üçgen flep tekniği grubunda dört olarak tespit edildi.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun histopatolojik preparatları; **endotelyal proliferasyon** açısından incelendiğinde, ortalama değerler: eğimli kesi tekniği grubunda % 10,5, balık ağzı kesisi tekniği grubunda % 30, geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda % 40 ve üçgen flep tekniği grubunda % 38 olarak bulundu. Tekniklerde, proliferasyonun hiç oluşmadığı ortalama preparat oranları: eğimli kesi tekniği grubunda % 70, balık ağzı kesisi tekniği grubunda % 45,4, geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda % 58,3 ve üçgen flep tekniği grubunda % 41 bulunurken, proliferasyonun yüzde yüz olduğu preparat oranları ise; eğimli kesi tekniği grubunda % 0, balık ağzı kesisi tekniği grubunda % 9, geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda % 33,3 ve üçgen flep tekniği grubunda % 25 olarak tespit edildi.

Çalışmamızda endotelyal dökülme ve proliferasyon verileri arasında istatistiksel anlamlı farklılıklar bulunmamakla birlikte, verilerin tekniklere uyumlu olduğu gözlemlendi. Üçgen flep tekniği grubu ile diğer tekniklere ait gruplar arasında endotelyal dökülme ve proliferasyon açısından histopatolojik olarak dikkat çekici bir özellik görülmedi. Bu histopatolojik bulgular literatürle uyumlu bulundu^{74, 75, 76, 80}.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun histopatolojik preparatları; **intima ve media özellikleri** açısından incelendi. Eğimli kesi tekniğindeki preparatlarda; bir tanesinde damar duvarında hiç hasar görülmezken üç preparatta fokal media hasarı görüldü. Balık ağzı kesisi tekniğindeki preparatlarda; üç tanesinde damar duvarında hiç hasar görülmezken dört preparatta fokal media hasarı görüldü. Geniş damar ağzını daraltma tekniğindeki preparatlarda; bir tanesinde damar duvarında hiç hasar görülmezken dört preparatta fokal media hasarı görüldü. Üçgen flep tekniğindeki preparatlarda; üç tanesinde damar duvarında hiç hasar görülmezken dört preparatta fokal media hasarı görüldü.

Çalışmamızda intima ve media özellikleri tekniklere uyumlu olduğu gözlenirken üçgen flep tekniği grubu ile diğer tekniklere ait gruplar arasında intima ve media özellikleri açısından histopatolojik olarak dikkat çekici bir özellik görülmedi. Bu histopatolojik bulgular literatürle uyumlu bulunurken^{74,75,76} tüm preparatlarda damar duvarında tam kat hasar görülmemesi anastomozların minimal travma ile yapıldığını göstermektedir⁸⁰.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun histopatolojik preparatları; **inflamasyonun varlığı ve hücre özellikleri** açısından incelendi. Eğimli kesi tekniği grubunda; ortalama inflamasyon skoru 2,5; balık ağzı kesisi tekniği grubunda; ortalama inflamasyon skoru 2,2; geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda; ortalama inflamasyon skoru 2,8 ve üçgen flep tekniği grubunda; ortalama inflamasyon skoru 2,3 olarak hesaplandı. Tüm gruplarda inflamasyon media ve adventisyada görüldü. Baskın hücre tipleri; lenfositler ve histiyositler olarak tespit edildi. Balık ağzı kesisi tekniği grubunda bir preparatta ve geniş damar ağzını daraltma tekniği grubunda iki preparatta nötrofil lökositlere rastlandı.

İnflamasyonun varlığı ve hücre özellikleri gruplar arasında değerlendirildiğinde; istatistiksel analizlerinde anlamlı fark bulunmadı. İstatistiksel anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte üçgen flep tekniğinin inflamasyon skorunun; ortalama değerinin en iyi ikinci değer olduğu tespit edildi (bkz.Grafik 6).

Ayrıca; deneklerdeki (n = 45), anastomoza hazırlık aşamasında ve anastomoz sırasında atılan toplam sütür sayıları ile inflamasyon oranları arasında istatistiksel korelasyon olup olmadığı incelendiğinde anlamlılık göstermeyen bir pozitif korelasyon olduğu görüldü (Spearman $r = 0.06$).

Çalışmamızda inflamasyonun varlığının ve hücre özelliklerinin tekniklere uyumlu olduğu gözlenirken üçgen flep tekniği grubu ile diğer tekniklere ait gruplar arasında inflamasyonun varlığının ve hücre özellikleri açısından histopatolojik olarak dikkat çekici bir özellik görülmedi. Bu histopatolojik bulgular literatürle uyumlu bulundu^{74, 75, 76, 80}.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun histopatolojik preparatları; **damar duvarında kalsifikasyon varlığı** açısından incelendi. Geniş damar ağzını daraltma tekniğinde damar duvarında kalsifikasyon hiç görülmezken, diğer gruplarda birer preparatta damar duvarında kalsifikasyon görüldü. Preparatlar damar duvarında kalsifikasyon varlığı açısından analiz edildiklerinde; üçgen flep tekniğinin özelliklerinin diğer gruplara göre herhangi bir farklılık göstermediği tespit edildi. Ayrıca az sayıda preparatta damar duvarında kalsifikasyon görülmesi anastomozların minimal travma ile yapıldığını gösterirken, bu histopatolojik bulgu literatürle uyumlu bulundu⁷⁴.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun histopatolojik preparatları; **lümende ve damar duvarında sütür varlığı** açısından incelendiğinde; hiçbir preparatın lümeninde sütür görülmedi. Görülen tüm sütürlerin mediada ve adventisyasda bulunması anastomozların minimal travma ile yapıldığını gösterirken, oluşan yabancı cisim reaksiyonunu da azaltmıştır. Preparatlar lümende ve damar duvarında sütür varlığı açısından analiz edildiklerinde; tüm tekniklere uyumlu olağan bulgular tespit edildi. Üçgen flep tekniği ile; diğer gruplar arasında histopatolojik olarak dikkat çekici bir farklılık görülmedi. Bu histopatolojik bulgular literatürle uyumlu bulundu^{74, 75, 76, 80}.

Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun histopatolojik preparatları; **mikroanevrizma** açısından incelendiğinde; hiçbir preparatta mikroanevrizmaya rastlanılmamıştır. Preparatlarda mikroanevrizma görülmemesi anastomozların; minimal travma ile yapıldığını gösterirken, damardan geçen kan basıncına karşıda dayanıklı olduklarını göstermektedir¹⁹.

. Deneyimizde çalıştığımız dört teknikteki toplam kırk beş anastomozun preparatlarının çoğunda, **sütür çevresi yabancı cisim reaksiyonu** tespit edilirken, bazılarında ise **hemosiderin yüklü makroajlar** bulunmaktaydı. Bu histopatolojik bulgular literatürle uyumlu bulundu^{74, 75, 76, 77, 80}. Ayrıca geniş damar ağzını daraltma tekniğindeki bir preparatta ise literatürde rastlanılmayan, mantar hifa ve sporları ve bir adet reaktif lenf nodu görüldü. Bu bulgu ratın cerrahi işlem sırasında mantar ile enfekte olmasıyla açıklandı.

Çalışma sırasında femoral arterler ile abdominal aortalardan elde edilen, farklı çap ölçüleri kullanılarak, her bir anastomoz tekniği için dokuz farklı çap kombinasyonu oluşturuldu (bkz.Şekil 37). Kombinasyonlar sonrasında tüm anastomoz tekniklerinin geometrik modelleri elde edildi (bkz.Şekil 38).

Çalışmada damar içi akış analizleri, kayma gerilmeleri hesaplandı olarak hesaplandı⁷³. Hesaplamalarda, akışkan olarak kullanılacak kanın özellikleri: dansite (kg/m^3): 1050^{82} , öz ısı (J/kg-K): 3900^{83} , ısı iletkenliği (W/m-K): $0.492^{84, 85, 86}$, viskozite (kg/m-s): 0.005^{73} , hız (m/s): 0.059^{82} , ısı ($^{\circ}\text{K}$): $309.15^{73, 82}$ değerlerinde AnsysWorkbench ve ANSYS Fluent programla rına aktarıldı.

Tasarlanan anastomozların geometrik modelleri üzerinde akışkanın giriş ve çıkış hızları belirlendikten sonra, sonlu hacim modeli için ağ (mesh) işlemi

gerçekleştirildi. Akış analizlerinin tamamında akışkan yönü büyük damardan küçük damara doğru tanımlandı ve başlangıç hızı büyük damarın giriş yüzeyinden 0,059 m/sn olarak alındı⁸² (bkz.Şekil 40).

Damar boyunca, kan sıvısı sıkıştırılmaz ve viskoz özelliğe sahip olduğundan, program içerisinde, kan akışı kararsız, sıkıştırılmaz ve viskoz olarak tanımlandı. Genel olarak, damar yapısında herhangi bir geometrik düzensizlik olmadığı sürece, kanın damar içindeki akışı laminar akış davranışı gösterecektir. Buna göre, büyük damar ile küçük damar arasındaki anastomoz hattında akışkan ister istemez türbülans akış konumuna geçecektir. Hemodinamik hesaplamalarda, akışkanın türbülans davranışı dikkate alınarak, kütle, momentum ve enerji denklemleri kullanıldı.

Üçgen flep tekniğinin matematiksel modelini oluşturmak için yapılan şemada: küçük olan damar çapı; d, büyük olan damar çapı; D, küçük olan damarda yapılan kesi; L₁, büyük olan damardaki flep uzunluğu; L₂, büyük olan damardaki üçgen flebin kenar uzunluğu; a, üçgen flebin taban uzunluğu; 2h, üçgen flebin tepe açısının yarısı; α olarak isimlendirildi (bkz.Şekil 44).

Her iki damarda da yapılan kesiler sonrasında oluşan çevresel uzunlukların birbirine eşit oldukları varsayılarak, flep uzunluğunun (L₂) ne kadar olması gerektiğini veren denklem aşağıda bulundu. L₂ uzunluğu, karşı damarda yapılacak kesi uzunluğunun (L₁) bir fonksiyonu olarak elde edildi.

$$L_2 = \frac{\pi \cdot (D_1 + 2 \cdot L_1 - \pi \cdot D_2)}{2 \cdot \left(\frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha} \right)}$$

Geometrik tasarımları yapılan anastomoz tekniklerinin içerisindeki akışkan (kan) davranışının, sonlu elemanlar metodu kullanılarak simülasyonu yapıldı. Bu simülasyonlar sonucu, tasarlanan farklı anastomoz tekniklerinin yapılarına göre, kan akış hızı, kanın türbülans kinetik enerjisi, türbülans akışın girdap dağılımı, kanın damar duvarına yaptığı basıncı ve damar duvarında oluşan kayma gerilmesi değerleri hesaplandı. Bu hesaplamalar için kanın giriş hızı, debisi, viskozitesi vb. değerleri tanımlandı. Sınır şartları olarak ise, kanın damar içerisindeki geometrisi ve büyük damardan küçük damara giriş yönü tanımlandı. Hesaplamalar sonucu elde edilen değerler ise, küçük damar çapının (d), büyük damar çapına (D) oranına bağlı olarak elde edildi (bkz.Tablo 4).

Kanın damar ve dolayısı ile anastomoz geçiş bölgelerindeki akış davranışları numerik olarak hesaplanmış olup yaygın kullanılan anastomoz teknikleri karşılaştırılmıştır.

Dört anastomoz tekniğinin yapılan geometrik modelleri; kan akış hızı, trblans kinetik enerji, trblans girdap dağılımı, duvar basıncı ve duvar kayma gerilmesi açısından incelendi. Burada genel olarak kanın **ıkış hızı**; damarlardaki çap farkı oranı arttıkça, azalmaktadır. Buna ilaveten, düşük çap oranlarında eğimli kesi tekniğı yönteminde kanın çıkış hızı diğerklerine göre çok az miktarda düşük elde edilmiştir (bkz.Grafik 7). Bu mekanik değerlendirme literatürle uyumlu bulunmakla birlikte eğimli kesi tekniğinde küçük damarın kesilme açısının 30°'yi aştığı durumlarda kan akış hızında ciddi derecede artış grlmştr^{58, 73}

Trblans kinetik enerji ve trblans girdap dağılımı değerleri; eğimli kesi tekniğinde ve üçgen flep tekniğinde en düşük olarak tespit edildi. Bu iki modelin geometrik yapıları; trblans kinetik enerji ve trblans girdap dağılımı oluşumuna daha az müsaade etmektedir. Eğimli kesi tekniğinde 30° ile yapılan anastomoz modelinin, klasik uç-uca yapılan anastomoz modeline çok benzemesi ve anastomoz hattındaki geçişin rahat ve geniş olması ile üçgen flep tekniğinde anastomoz hattındaki geçişin kademeli, rahat ve geniş olmasından dolayı akış rahatlamaktadır. (bkz.Grafik 8, Grafik 9)

Bu mekanik değerlendirme literatürle uyumlu bulunmakla birlikte eğimli kesi tekniğindeki aının 30°'yi aşması durumunda, anastomoz geçiş bölgesinde aılanma; anastomozun başarısını etkileyecek derecede artacak ve anastomoz hattındaki trblans kinetik enerjiyi, trblans girdap dağılımını artıracaktır.^{18, 34, 57,58}

Hesaplanan nümerik değerlere göre, bu çalışma kapsamında geliştirilen üçgen flep anastomoz tekniğı diğerk anastomoz tekniklerinin bazılarından daha iyi sonuçlar vermektedir. Özellikle kayma gerilmesi değerlerinin daha düşük değerlerde elde edilmesi damar mukavemeti veya ömrü açısından son derece önemlidir (bkz.Grafik 10 ve 11). Bu mekanik değerlendirme literatürle uyumlu bulunmakla birlikte eğimli kesi tekniğindeki aının 30°'yi aşması durumunda anastomoz hattındaki aılanma; anastomozun başarısını etkileyecek derecede artacak ve anastomoz hattındaki **duvar basıncını ve duvar kayma gerilmesini** de artıracaktır.^{18, 34,58}

SONUÇ

Mikrovasküler anastomozlar, Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahinin temel tekniklerindendir. Teknik gelişmeler ve mikrovasküler anatomisinin iyi anlaşılması ile birlikte mikrovasküler anastomozlar; birçok merkezde tam başarı oranıyla yapılmaya başlanmıştır. Bir mikrovasküler anastomozun başarısızlığı, deneyim gerektiren, pahalı olan ve uzun zaman alan rekonstrüktif cerrahinin de başarısızlığını beraberinde getirir.

Mikrocerrahi anastomozların teknik başarısızlıklarının en önemli nedenleri arasında, damarların çap uyumsuzlukları da bulunmaktadır. Çap uyumsuzluğu üzerine yapılan deneysel çalışmalar çok sık olmamakla birlikte klinikte çok karşılaştığımız bir problemdir.

Çap farkı olan damarlara yapılan anastomozlar sonrasında, birçok problem oluşabilmektedir. Anastomoz sonrası gelişen damar katlanmaları, anastomoz yapılan iki damar arasında açılanmaların olması, fazla sütür materyali kullanılması ile artan trombüs ihtimali ve anastomoz sonrasında damar çaplarında meydana gelen ani değişimler bu problemlerden bazılarıdır. Anastomoz sonrasında damar çaplarında oluşan ani değişimler; kan akımını etkilemekte ve kan akış ayrılmaları ile girdap oluşumuna yol açarak trombosit kümeleşmesine ve birikimine neden olmaktadır.

Anastomoz sırasında çap farkıyla karşılaşan cerrahın bu durumu çok iyi değerlendirip hızlı ve sağlıklı akış sağlayan bir çözüm yolu bulması gerekmektedir. Literatürde çap uyumsuzluğunda kullanılan pek çok yöntem tanımlanmıştır. Fakat özellikle ileri derecede çap farkı olan anastomozlarda kullanılabilecek ideal bir teknik henüz tanımlanmamıştır. Bu nedenden dolayı; ileri derecede çap farkı olan anastomozlardada kullanılmasını hedeflediğimiz, sağlıklı akış sağlayan, yeni bir teknik tarif etmek ve geometrik modellemesini yapmak amacıyla bu deneysel çalışmayı yaptık.

Çalışma sonucunda üçgen flep tekniğinin; anastomoz süresinin uzun olması ile birlikte, kullanılan sütür sayısının klasik uç-uca yapılan anastomoza yakın olduğunu, kanama zamanının, 5. ve 15. dak. ile 14. gündeki geçirgenlik oranlarının, lümen açık

oranlarının, lümende trombüs bulunma oranlarının ve endotelial dökölme oranlarının en iyi değerlere sahip olduklarını tespit ettik.

Teknikler endotelial proliferasyon, damar duvarı intima ve media özellikleri, damar duvarında inflamasyon varlığı, damar duvarında kalsifikasyon varlığı açısından incelendiğinde ise histopatolojik dikkat çekici bir özellik görülmezken bu veriler literatürle uyumlu bulundu. Dört tekniğe ait preparatlarda, damar duvarında tam kat nekroz olmaması, damar lümenlerinde sütün görülmemesi ve mikroanevrizma olmaması tekniklerin minimal travma ile yapıldığını göstermektedir

Dört tekniğin geometrik modelleri kan akım hızı, türbölans kinetik enerji ve türbölans girdap dağılımı ile damar duvar basıncı ve duvar kayma gerilimi açısından incelendiğinde ise; üçgen flep tekniğinin ortalama değerlere sahip olduğunu tespit ettik. Özellikle kayma gerilmesi verilerinin daha düşük oranlarda elde edilmesi damar dayanımı veya ömrü açısından son derece son derece önemli olarak değerlendirildi.

Çalışmamızda üçgen flep tekniğinin; birçok klinik ve histopatolojik değerlendirmesinde istatistiksel anlamlılık göstermeyen en iyi değerlere sahip olduğunu tespit ettik. Tekniğimizin daha çok deneysel ve klinik çalışma yapılabilecek ve ileri derece çap uyumsuzluğunun bulunduğu mikrovasküler anastomozlarda kullanılabilecek değerli bir teknik olduğu kanısındayız.

ÖZET

ÇAP FARKI OLAN MİKROCERRAHİ ANASTOMOZLARDA ÜÇGEN FLEP TEKNİĞİNİN DİĞER TEKNİKLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

AMAÇ: Mikrovasküler anastomozlar, Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahinin temel tekniklerindendir. Bir mikrovasküler anastomozun başarısızlığı, rekonstrüktif cerrahinin de başarısızlığını beraberinde getirir.

Anastomozların teknik başarısızlıklarının en önemli nedenleri arasında, damarların çap uyumsuzlukları da bulunmaktadır. Çap farkı olan damarlara yapılan anastomozlardan sonra; damar katlanmaları, damarlar arasında açılanmaların olması, fazla sütür materyali kullanılması ile artan trombüs ihtimali ve kan akış ayrılmaları dolayısıyla görülen trombosit kümeleşmesi ve birikimi gibi problemler görülebilir.

Literatürde çap uyumsuzluğunda kullanılan pek çok yöntem tanımlanmıştır. Fakat özellikle ileri derecede çap farkı olan anastomozlarda kullanılabilecek ideal bir teknik henüz tanımlanmamıştır. Bu nedenden dolayı; ileri derecede çap farkı olan durumlardada kullanılmasını hedeflediğimiz, sağlıklı akış sağlayan, yeni bir teknik tarif etmek ve geometrik modellemesini yapmak amacıyla bu deneysel çalışmayı yaptık.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çalışmada toplam kırksekiz adet, 410-460 gram aralığında, erkek, Wistar-Albino sıçan kullanıldı. 1985 yılında De Carolis ve Sepulveda'nın tanımladığı ortalama 1:2 oranında çap farkı oluşturan aorta-iliak deney modeli örnek alındı.

Sıçanların; abdominal aortu, iliak arterlerin bifurkasyonunun proksimalinden, sağ femoral arteri ise yüzeyel femoral arterin proksimalinden bağlanarak kesildi ve iki damar birbirleri ile anastomoz yapıldı. Çalışma grupları; eğimli kesi tekniği, balık ağzı kesisi tekniği, geniş damar ağzını daraltma tekniği ve üçgen flep tekniği olarak belirlendi.

Klinik değerlendirmede; anastomoz ve kanamları zamanı, sütün sayısı ve geçirgenlik oranları, histopatolojik değerlendirmede; lümen özellikleri, trombüs varlığı, endotelyal dökölme ve proliferasyon, intima ve media özellikleri, inflamasyonun varlığı ve hücre özellikleri, damar duvarında kalsifikasyon varlığı, lümende ve damar duvarında sütün varlığı ile ek bulgular ve mekanik değerlendirmede; kan akış hızı, türbölans kinetik enerji ve türbölans girdap dağılımı, duvar basıncı ve kayma gerilmesi analiz edildi.

BULGULAR: Çalışma sonucunda üçgen flep tekniğinde; anastomoz süresini uzun olduğunu, kullanılan sütün sayısının klasik uç-ucca yapılan anastomoz tekniğine yakın olduğunu, kanama zamanının, geçirgenlik oranlarının, lümen açık oranlarının, lümende trombüs bulunma oranlarının ve endotelyal dökölme oranlarının en iyi değerlere sahip olduklarını tespit ettik.

Teknikler endotelyal proliferasyon, damar duvarı intima ve media özellikleri, damar duvarında inflamasyon ve kalsifikasyon varlığı açısından incelendiğinde ise tüm tekniklerde histopatolojik dikkat çekici bir özellik görülmezken bu veriler literatürle uyumlu bulundu. Dört tekniğe ait preparatlarda, damar duvarında tam kat nekroz olmaması, damar lümenlerinde sütün görülmemesi ve mikroanevrizma olmaması tekniklerin minimal travma ile yapıldığını göstermektedir.

Dört tekniğin geometrik modelleri kan akım hızı, türbölans kinetik enerji ve girdap dağılımı ile damar duvar basıncı ve kayma gerilimi açısından incelendiğinde; üçgen flep tekniğinin ortalama değerlere sahip olduğunu tespit ettik. Özellikle kayma gerilmesi verilerinin daha düşük oranlarda elde edilmesi damar dayanımı veya ömrü açısından son derece önemli olarak değerlendirildi.

TARTIŞMA: Çalışmamızda, üçgen flep tekniğinin; birçok klinik ve histopatolojik değerlendirmesinde istatistiksel anlamlılık göstermeyen en iyi değerlere sahip olduğunu tespit ettik. Tekniğimizin daha çok deneysel ve klinik çalışma yapılabilecek ve ileri derece çap uyumsuzluğunun bulunduğu mikrovasküler anastomozlarda kullanılabilecek değerli bir teknik olduğu kanısındayız.

ANAHTAR KELİMELELER: Rekonstrüktif cerrahi, Mikrovasküler anastomoz, çap uyumsuzluğu,

ABSTRACT

DIAMETER MISMATCH MICROSURGICAL ANASTOMOSIS AT THE TRIANGULAR FLAP METHOD COMPARISON WITH OTHER TECHNIQUES

OBJECTIVE: The microvascular anastomoses are one of Plastic and Reconstructive Surgery's Basic techniques. The failure of a microvascular anastomosis comes with the failure of plastic and reconstructive surgery.

One of the major causes of technical anastomoses failure is mismatched diameter of blood vessels. After anastomoses of the different diameter of the blood vessels, vascular folding, angulations between the veins, by the use of suture material being increased the possibility of thrombus and platelet aggregation in blood flow due to the accumulation of problems such as separation may occur.

Many methods used in diameter mismatch described in the literature. However, ideal technique for particularly different diameter anastomosis is not defined yet. For this reason, we made this experimental study to describe a new technique and geometric modeling for the difference in diameter situations that provides a healthy flow.

MATERIALS AND METHODS: A total of forty-eight, ranging 410 to 460 grams, male, Wistar-Albino rats were used. Aorta-iliac diameter defined by De Carolis and Sepulveda in 1985 the average ratio of 1:2 samples were taken from the experimental model.

The abdominal aorta of the rats fixed from proximal to the bifurcation of the iliac arteries and the right femoral artery fixed from superficial femoral artery. After we cut the vessels two arteries were subjected to the proximal anastomoses with each other. Working groups are determined as curved incision technique, fish mouth incision technique, a wide mouth vessel narrowing technique and the triangular flap technique.

We analyzed anastomosis and haemorrhage time, the number of sutures and permeability rates in clinical evaluation; lumen characteristics, presence of thrombus, and the shedding of endothelial proliferation, intima and media characteristics, the

presence of inflammation and cell characteristics, the presence of calcification in the vessel wall, the wall of the vessel lumen and the presence of suture with additional symptoms in histopathologic evaluation and the blood flow velocity, turbulence and swirl turbulent kinetic energy distribution, pressure and shear stress in mechanical evaluation.

RESULTS: We found that triangular flap technique has long anastomosis time. When compared to end-to-end anastomosis with conventional suture technique the numbers of sutures used are found close. However bleeding time, rates of diffusion, the lumen open rates, luminal thrombus rates and endothelial fragmentation rates found to have best values.

Techniques are examined for endothelial proliferation, vessel wall intima and media properties and presence of calcification and inflammation in the vessel wall in histopathological techniques but no remarkable difference found consistent with the literature. In four examples of the technique, absence of full-thickness necrosis of the vessel wall, suture in the lumen and microaneurysms show that operations was done with minimal trauma.

Geometric techniques of four models analyzed for blood flow velocity, turbulent kinetic energy and swirl and pressure of vessel wall and shear stress distribution and mean values were observed. Especially lower rates of shear stress found and thought to extremely important for vascular durability or vessel life.

CONCLUSIONS: In this study, we found that triangular flap technique has many best values for clinical and histopathological point but no statistical significance. Experimental and clinical studies can be made more for this technique and that can solve the problem of diameter mismatches in microvascular anastomosis as a valuable technique.

KEY WORDS: Reconstructive surgery, microvascular anastomoses, diameter mismatch,

KAYNAKLAR

- 1-Thanos Athanasiou, Haile Debas, Ara Darzi, Key topics in surgical research and methodology, 2010.
- 2- Jacobson J. H., Suarez E.L., Microsurgery in anastomosis of small vessels; Surg.Forum; 1960; 11: 243-9.
- 3-Hamilton RB, O'Brien BM. An experimental study of microvascular patency using a continuous suture technique. Br J Plast Surg 1979;32:153–154.
- 4-Fried MP, Caminear DS, Sloman-Moll ER. The efficacy of absorbable suture for microvascular anastomosis. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1990;116:1051–1054.
- 5-Wray RC, O'Brien BM. The effects of suturing technique and vessel size on patency after microarterial repair. Ann Plast Surg 1979;2:233–234.
- 6-Ahn CY, Borud LJ, Shaw WW. Analysis of suturing techniques in the microvascular anastomosis of vessels of unequal diameter. Ann Plast Surg 1994;32:469–473.
- 7-Zhang F, Lineaweaver WC, Buntic R, Walker R. Mechanical evaluation of anastomotic tension and patency in arteries. J Reconstr Microsurg 1996;12:121–126.
- 8-Harashina T, Irigaray A. Expansion of smaller vessel diameter by fish-mouth incision in microvascular anastomosis with marked size discrepancy. Plast Reconstr Surg 1980;65:502–503
- 9-Monsivais JJ. Microvascular grafts: effect of diameter discrepancy on patency rates. Microsurgery 1990;11:285–287
- 10- Chuang DC, Jeng SF, Chen HT, et al. Experience of 73 free groin flaps. Br J Plast Surg 1992;45:81
- 11-Karino T, Goldsmith HL. Aggregation of human platelets in an annular vortex distal to a tubular expansion. Microvasc Res 1979;17:217
- 12-Karino T, Goldsmith HL, Adhesion of human platelets to collagen on the walls distal to a tubular expansion, Microvasc Res 1979;17:238
- 13-Sтивен G. Фриедман, A history of vascular surgery (second edition) 2005.
- 14-Çakır B., Küçük damarlarda açıklığı artırmak ve tekniği kolaylaştırmak için uç yan anastomozda “Açık-Y” tekniğinin kullanımı. Uzmanlık tezi- T.C. Sağlık Bakanlığı Dr. Lütü Kırda Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, 2004.
- 15- Tosun U., Fibrin yapıştırıcı yardımıyla ven grefti kılıflı anastomoz tekniği: geleneksel uç-uca anastomoz ile karşılaştırılması. Uzmanlık tezi- T.C. Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, 2005
- 16-Dr.G. Prabhakara Rao, Precise notes and multiple choice questions Susruta Samhita, 2011.
- 17-Kempezinski, R.F., Rutherford, R.B., vascular surgery , 1989.
- 18- Bayramçlı M., Deneyisel Mikrocerrahi, 2005.
- 19- Egemen O., Fibrin yapıştırıcı kullanarak balık ağzı tekniği ile mikrovasküler anastomoz. Uzmanlık tezi- T.C. Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, 2005.

- 20-Carrel, A. The operative technique for vascular anastomoses and transplantation of viscera (translated; original paper in French: La technique opératoire des anastomoses vasculaires et la transplantation des viscères). Clin Orthop, 29:3-6, 1963.
- 21-Pupini G. Contribution to experimental blood vessel anastomosis. Clin Chirirguca 35: 1165, 1932
- 22-De Bakey M. E., Simeone F. A., Battle injuries of the arteries in world war II. AnnSurg. 123: 534, 1946.
- 23-Rory F. Rickard, Donald A. Hudson, A History of Vascular and Microvascular Surgery, Annals of Plastic Surgery, Volume 00, Number 00, Month 2013
- 24-Chen C. W., Chien Y. C., PAo Y. S. Salvage of the forearm following complete traumatic amputation. Report of a case. Chin Med J 82: 632, 1963.
- 25-Kleinert H. A., Kasdan M. L., Romero J.L., Small blood vessel anastomosis for salvage of severely injured upper extremity. J Bone Joint Surg 45A:188, 1963
- 26-Buncke H. J. Jr, Schulz W.P. Total ear replantation in the rabbit using microminiature vascular anastomosis. Br J Plast Surg 19: 15, 1966.
- 27-Komatsu, S. and Tamai, S., Successful replantation of a completely cut-off thumb. Plast. Recons. Surg. 42:374-377, 1968
- 28-.Daniel, R.K., and Taylor, G.I., Distant transfer of an island flap by microvascular anastomoses. Plast. Recons. Surg. , 52:111-117, 1973.
- 29-Yaşargil M. G. Microsurgery: As applied to neurosurgery. Stuttgart, George Thieme Verlag, 1969.
- 30-Kuran İ, Sakinsel A., Mikrocerrahi Eğitimi ve Temel Bilgiler. Şişli Etfal Hastanesi Tıp Bülteni, 1994; 4: 396-9.
- 31-<http://www.kotusozluk.com/gorseller/13356/1>
- 32-Asko-Seljavaara S., Free style free flaps. In Programs and abstractsof the seventh congress of the international society of reconstructive microsurgery. New York, 1983
- 33_ Taylor G.I., Palmer J. H., The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applicationes. Br J Plast Surg 40:113, 1987
- 34-Wei F.C., Mardini S. Free-style free flaps. Plast Reconstr Surg. 114:910, 2004.
- 35-,T.C. Rekonstrüktif Mikrocerrahi Derneği arşiv kayıtları 1989
- 36-http://www.sislietfal.gov.tr/bashekimlerimiz/lutfu_bas.html
- 37-Huang, G.K., Hu, R.Q., Pan, G.P., Influence of vessel clips on vascular patency in microarterial grafts less than 0.5 mm in external diameter. J.Hand Surg.[Am],10A:538-541,1985.
- 38-Baudet, J., Martin, D., Bakhach, J., Demiri, E., Microvascular surgery in Europe: The early achievements and development. Microsurgery, 14: 234-240,1993.
- 39-O'Brien, B.M., Morrison, W.A.,. Microvascular, reconstructive surgery, Churchill-Livingstone. Edinburgh, Sayfa 3-113,179-181,225, 1987
- 40-Ray C. Henrikson, Gordon Kaye, Joseph E. Mazurkiewicz, National medical series independent study,1997.
- 41-Junquera L. C., Carneiro J., Kelley R. O. Histology of circulatory system. In Basic Histology, Appleton&Lange, 1993.
- 42-.Lawrence WT, Kashyap A: Healing of nerves, blood vessels, muscle, tendon, cartilageand bone. Ed: Achauer BM, Eriksson E, Plastic Surgery. Vol. 1., s. 79-96, Mosby, St.Louis, 2000.

- 43-Adrian M. Richards, Çeviri Editörü: Zekeriya Tosun, Plastik Cerrahide temel ilkeler, 2007
- 44-(Ti-Sheng Chang, Principle techniques and applications in microsurgery, 1986.
- 45-Kouchi Y, Onuki Y, Wu MH, Shi Q, Ghali R, Wechezak AR, Kaplan S, Walker M, Sauvage LR: Apparent blood stream origin of endothelial and smooth muscle cells in the 48 neointima of long, impervious carotid-femoral grafts in the dog. *Ann Vasc Surg*, Jan;12(1):46-54, 1998.
- 46-O'Brien CJ, Wilson EA, Velkou D, Harris JP, May J: Experimental microvascular polytetrafluoroethylene grafts: 6-month patency. *Plast Reconstr Surg*, Nov;76(5):748-53, 1985.
- 47-Stewart GJ, Essa N, Chang KH, Reichle FA: A scanning and transmission electron microscope study of the luminal coating on Dacron prostheses in the canine thoracic aorta. *J Lab Clin Med*, Feb;85(2):208-26, 1975
- 48-Brieler HS, Thiede A, Beck C: Monocytogenic endothelialization in dacron grafts: Experimental studies on rats. *J Cardiovasc Surg*, Nov-Dec;23(6):483-9, 1982.
- 49- Lidman D, Daniel RK: The normal healing process of microvascular anastomoses. *Scand J Plast Reconstr Surg*;15(2):103-10, 1981.
- 50-Khodad G. Histological evaluation of longterm microvascular repair and replacement. *Arch Surg*. 101:503, 1970.
- 51-Baxter T., O'Brien B. M., Henderson P. N., Bennet R. C., The histopathology of small vessels following microvascular repair. *Br J Surg*. 59:617, 1972.
- 52-Acland R. D., Tarchtenburg L. The histopathology of small arteries following experimental microvascular anastomosis. *Plast Reconstr Surg* 60:868, 1977.
- 53-Thurston B. J., Buncke H. J., Chater N. L., Weinstein P. A scanning electronmicroscopy study of microarterial damage and repair. *Plast Reconstr Surg* 57:197, 1976.
- 54-Urbiniak J., Saucacos P. N., Adelaar R.S., Bright D. S., Whitehurst L. A. Experimental evaluation of microsurgical techniques in small artery anastomosis. *Ortop Clin North Am*. 8:249, 1977
- 55-Cakir B. Akan M. Akoz T. The management of size discrepancies in microvascular anastomoses. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2003; 37: 379-85.
- 56-Yüksel E, Şafak T, Ozcan G, Kecik A, Shenaq SM. Perioperative dilation for vessel-size discrepancy using a percutaneous transluminal angioplasty catheter. *J Reconstr Microsurg* 1999; 15: 31-5.
- 57-Geoffrey C. Gurtner, Plastic surgery third edition, 2013 sayfa:605
- 58-Lopez-Monjardin H, de la Pena-Salcedo JA. Techniques for management of size discrepancies in microvascular anastomosis. *Microsurgery* 2000; 20: 162-6.
- 59-Ueda K, Harashina T, Inoue T, Kurihara T, Harada T, Oba S. Microarterial anastomosis with a distal tapering technique. *J Reconstr Microsurg* 1994;10:87-90.
- 60-Seidenberg B., Hurwitt ES., Carton CA., The technique of anastomosing small arteries, *Surg. Gynecol. Obstet*. 106: 743, 1958.
- 61-Lauritzen C. A. A new and easier way to anastomose microvessels. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 12:291, 1978
- 62-de la Pen~a JA. Evaluation of clinical experience with sleeve anastomosis for head and neck reconstruction. In: 13th annual meeting, American Society for Reconstructive Microsurgery, Scottsdale, AZ, January 10-13, 1998.

- 63-Güneren E., Odacı E., Yıldız L., Akbaş H., Eroğlu L., Kaplan S. Use of longitudinal invaginating matrix sutures in microarterial sleeve anastomoses. *Scand J Plast Reconstr Surg and Hand Surg.* 38:1, 2004.
- 64-Fisher B., Wilde R., Engstrom P., Experimental reconstruction of the aortic bifurcation, *Surgery*, 39;940, 1956.
- 65-Novick AC., Straffon RA., Extracorporeal microvascular arterial reconstruction in donor kidney prior to transplantatio, *J. Microsurg* 1:94, 1979.
- 66-Boeckx W. Clinical micro-surgery. In: Marquet R, Hess F, Kort W, Boeckx W, eds. *Micro-Surgery. Experimental Techniques in the Rat and Clinical Applications.* Ghent, Belgium: European Press; 1976
- 67-W. Boeckx, F. De Lorenzi, R. van der Hulst, Increasing the Flow Output by Y-Shaped Microvascular Anastomosis, *journal of reconstructive microsurgery* 18:381, 2002.
- 68- Crowell RM, Yasargil MG. Experimental microvascular autografting. Technical note. *J Neurosurg* 1969;31:101–104.
- 69-Moss SH, Schwartz KS, von Drasek-Ascher G, Ogden LL 2nd, Wheeler CS, Lister GD. Digital venous anatomy. *J Hand Surg* 1985;10:473–482.
- 70-Miller M, Schusterman M, Reece G, Kroll S. Interposition vein grafting in head and neck reconstructive microsurgery. *J Reconstr Microsurg* 1993;9:245–251.
- 71-Zhang F, Oliva A, Kao SD, Newlin L, Buncke HJ. Microvascular vein grafts in the rat cutaneous free-flap model *J Reconstr Microsurg* 1994;10:229–233
- 72-De Carolis V., Sepulveda S., A new experimental model for microanastomosis between vessels of different diameter, *Microsurgery* 1985;6(3):151-4
- 73-Rory F. Rickard, Chris Meyer, Ph.D., Don A. Hudson, Computational Modeling of Microarterial Anastomoses With Size Discrepancy (Small-to-Large), *Journal of Surgical Research* 153, 1–11,2009
- 74-Ibrahim Orak, Ethem Guneren, Levent Yildiz, ,A New Technique For Microvascular Anastomosis Eversion With 3 Horizontal Mattress Sutures, *Annals of plastic surgery* Volume 57, Number 1, July 2006
- 75-Onur Egemen, Kemal Ugurlu, Ş Ozay Ozkaya, Bulent Sacak, Damlanur Sakiz, Lutfu Bas, Anastomosis With Fish-Mouth Technique Using Fibrin Glue, *The journal of craniofasial surgeri* Volume:22,number, May 2011
- 76-Khaled Radad1, Mohamed El-Shazly, Clinical and pathological assessment of different suture techniques for microvascular anastomosis in rat femoral artery, *Journal of veterinary science*, (2007, 8(3), 269-273)
- 77-Tugrul Turan, Derya Özçelik, Ismail Kuran, Bugra Sadıkoğlu, Lutfu Bas, ,Tangül S, Aysim Sungun, Eversion with Four Sutures: An Easy, Fast, and Reliable Technique for Microvascular Anastomosis, *Plastic and reconstructive surgery*, February 2001
- 78-Acland R. D. *Microsurgery Practice Manual.* St. Luis: Mosby, 1980
- 79-Adams W. P., Ansari M. S., Hay M. T., et al. Patency of different arterial and venous end-to-side microanastomosis techniques in a rat model. *Plast Reconstr Surg.* 105: 156, 2000
- 80-Eser Yüksel, Tunç Şafak, Gürhan Özcan, Abdullah Keçik, Saleh M. Shenaq, Perioperative Dilation for vessel-size discrepancy using a percutaneous transluminal angioplasty catheter, *Journal of reconstructive microsurgery* 1999Jan;15(1):31-5
- 81-Bulent Sacak, Ugur Tosun, Onur Egemen, Deniz Ozgur Sucu, Ismail Bulent Ozcelik, Kemal Ugurlu, Two-Suture Fish-Mouth End-to-Side Microvascular

Anastomosis With Fibrin Glue, The Journal of Craniofacial Surgery & Volume 23, Number 4, July 2012

82-L. Morris, P. Delassus, A. Callanan, M. Walsh, F. Wallis, P. Grace, T. McGloughlin, 3-D numerical simulation of blood flow through models of the human aorta, J Biomech Eng., 127 (2005) 767-775)

83-Majchrzak. E, Tarasek. D, Numerical modeling of heat transfer in a single blood vessel and surrounding biological tissue Scientific Research of the Institute of Mathematics and Computer Science, (2010) 145-152

84-Valvano, JW and B Chitsabesan. Thermal conductivity and diffusivity of arterial wall and atherosclerotic plaque. Lasers Life Sci., 1, 219-229, 1987

85-Valvano, JW, JT Allen and HF Bowman. The simultaneous measurement of thermal conductivity, thermal diffusivity, and perfusion in small volumes of tissue. ASME 81- WA/HT-21, 1981

86-Cooper TE and GJ Trezek. Correlation of thermal properties of some human tissue with water content. Aerospace Med. 42, 24-27, 1971

87-ANSYS, The Governing Equations of Fluid Mechanics.

88-Badeer HS. Hemodynamics for medical students. Adv Physiol Educ. 2001; 25: 44-52

89-Nakayama K, Tamiya T, Yamamoto K, Akimoto S. A simple new apparatus for small vessel anastomosis (free autograft of the sigmoid included). Surgery 1962; 52: 918-31.

90-Zhang L, Moskovvitz M, Ostad D, Kessler K, Siebert JW. New four-stitch sleeve anastomosis: an experimental study in rats with reports of clinical use. Microsurgery 1996; 17: 291-4.

91-Kanaujia R, Hoi K, Miyamoto Y, Ikuta Y, Tsuge K. Further technical considerations of the sleeve microanastomosis. Plast Reconstr Surg 1988;81:725–734.

92-Wieslander J, Aberg M, Dougan P. Accumulation of isotope labeled platelets in small arteries after end-to-end and end-in-end anastomosis in the rabbit. Br J Plast Surg 1982;35:158–162.

93-Mithat Akan, Baris Cakir, Tayfun Akoz, Increasing Vessel Diameter with the Open Y Technique for Diameter Discrepancy, Journal of reconstructive microsurgery 20:651, 2004

94-Mithat Akan, Baris Cakir, Tayfun Akoz, “open Y” technique in vessel diameter discrepancy, Microsurgery 26:506-514, 2006

95-Ryan A, Goldberg I, O’Brien B, MacLeod A. Anastomosis of vessels of unequal diameter using an interpositional vein graft. Plast Reconstr Surg 1988;81:414.

96-Cordeiro PG, Santamaria E. Experience with the continuous suture microvascular anastomosis in 200 consecutive free flaps, Ann Plast Surg, 1998;40:1– 6

97-Schlechter B, Guyuron B. A comparison of different suture techniques for microvascular anastomosis, Ann Plast Surg. 1994;33:28 –31

98-Yıldırım M, Guzel Z, Yucel A, et al. Z-plasty and microvasculer anastomosis, J Reconstr Microsurg., 1998;14:117–120

99-Tellioglu T., End on side microvasculer anastomosis: an experimental Study, Ann Plast Surg., 1997;39:137–140

100-Ozkan O, Ozgentas HE. Open guide suture technique for safe microvascular anastomosis, Ann Plast Surg., 2005;55:289 –291

- 101-Bas L, May JW Jr, Handren J, et al. End-to-end versus end-to-side microvascular anastomosis patency in experimental venous repairs, *Plast Reconstr Surg.*, 1986;77:442– 450
- 102-Duminy FJ., A new microvascular ‘sleeve’ anastomosis, *The journal of surgical research* , 1989Mar;46(3):189-94
- 103-Chen YX, Chen LE, Seaber AV, Urbaniak JR. Comparison of continuous and interrupted suture techniques in microvascular anastomosis. *J Hand Surg [AM]* 2001, 26, 530-539.
- 104-Kanaujia, R. R. Micro-arterial anastomosis using only two sutures and an autogenous cuff. *J. Hand Surg. (Br.)* 13: 44, 1988





