



**T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**TENDON ONARIMINDA “CORE” DİKİŞLERİNİN
DÜĞÜMLENMESİNDE BİR DENİZCİ DÜĞÜMÜ OLAN UNİKNOT’UN,
BASİT BAĞLAMA İLE KARŞILAŞTIRILMASI: DENEYSEL ÇALIŞMA**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Diren ÇELİK
PLASTİK, REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ
ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ahmet SEYHAN**

Aralık – 2011

**T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**TENDON ONARIMINDA “CORE” DİKİŞLERİNİN
DÜĞÜMLENMESİNDE BİR DENİZCİ DÜĞÜMÜ OLAN UNİKNOT’UN,
BASİT BAĞLAMA İLE KARŞILAŞTIRILMASI: DENEYSEL ÇALIŞMA**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Diren ÇELİK
PLASTİK, REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ
ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ahmet SEYHAN**

Aralık – 2011

ÖNSÖZ

Eğitimim süresince öğrendiğim her şeyi borçlu olduğum değerli hocalarım; Prof. Dr. Levent Yoleri, Prof. Dr. Ahmet Seyhan ve Yrd. Doç. Dr. Hakan Kerem'e; tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen CBÜ Makine Mühendisliği Fakültesi öğretim üyeleri ve asistanlarına; her zaman yanımda olan ve bir aile gibi olduğumuz asistan arkadaşlarıma; çocukluğumdan itibaren tüm kararlarımda beni destekleyen, varlığımın sebebi, annem Müberra Çelik'e ve kardeşim Zübeyde Berrak Çelik'e; mesleğimin zorluğu nedeniyle bana sabır gösteren ve hayatı yaşamaya değer kılan güzel eşim Dr. Pınar Çelik'e; bugünlere gelmem için her şeyi yapan fakat bugünleri göremeyen, çocukluk kahramanım, sevgili babam Tayfun Çelik'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Kısaltmalar.....	v
Şekil listesi.....	vi
Resim listesi.....	vi
Tablo listesi.....	vi
1. Giriş.....	1
2. Genel Bilgiler.....	2
2.1. Fleksör tendonların yapısı.....	2
2.1.1. Morfoloji.....	2
2.1.2. Anatomi.....	3
2.1.3. Beslenme.....	5
2.2. Fleksör tendon onarımı.....	6
2.3. Fleksör tendonların iyileşmesi ve iyileşmeye etki eden faktörler.....	7
2.4. Fleksör tendon onarımında kullanılan teknikler.....	9
2.4.1. Uç uca onarım yöntemleri (kor sütürler).....	10
2.4.2. Çevresel onarım yöntemleri (epitendinöz sütürler).....	11
2.5. Tavuklarda fleksör tendon anatomisi.....	11
3. Materyal ve metod.....	12
3.1. Hazırlık.....	12
3.2. Cerrahi teknik.....	13
3.3. Gruplar.....	14
3.4. Mekanik değerlendirme.....	14
3.5. İstatistiksel değerlendirme.....	15
4. Bulgular.....	15
4.1. Mekanik bulgular.....	15
Grup 1 Grafikleri.....	16
Grup 2 Grafikleri.....	19
Grup 3 Grafikleri.....	22
Grup 4 Grafikleri.....	26
4.2. İstatistiksel bulgular.....	29

5. Tartışma.....	32
6. Sonuçlar ve Öneriler.....	35
7. Özet.....	36
8. İngilizce Özet.....	37
9. Kaynaklar.....	38

KISALTMALAR

FCU: Fleksör karpi ulnaris

FCR: Fleksör karpi radialis

PL: Palmaris longus

FDS: Fleksör digitorum süperfisyalis

FDP: Fleksör digitorum profundus

FPL: Fleksör pollisis longus

A: Anüler (annuler) pulley

C: Krusiyat (cruciate) pulley

MP: Metakarpofalengeal

DIP: Distal interfalengeal

DNA: Deoksiribonükleik asit

MK: Modifiye Kesler

Bn: Bunnell

N: Newton

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil adı	Sayfa
Şekil-1: Tendonun histolojik görünümü.....	2
Şekil-2: Ön kol müsküler yapıları.....	3
Şekil-3: Pulley anatomisi.....	4
Şekil-4: Fleksör tendonların beslenmesinden sorumlu vinkulaların görünümü.....	5
Şekil-5: Fleksör zonlarına göre el anatomisi.....	7
Şekil-6: Tendon iyileşmesinin evreleri.....	8
Şekil-7: Uç Uca Onarım Yöntemleri (kor sütürler).....	10
Şekil-8: Çevresel Onarım Yöntemleri (epitendinöz sütürler).....	11
Şekil-9: Tavuklarda fleksör tendonların anatomisi.....	12
Şekil-10: Uniknot düğümünün uygulanması.....	13
Şekil-11: A) Modifiye Kessler tekniği, B) Bunnell tekniği.....	14

RESİM LİSTESİ

Resim adı	Sayfa
Resim-1: Trapezium programı tarafından grafik oluşturulması.....	15

TABLO LİSTESİ

Tablo adı	Sayfa
Tablo-1: Biyomekanik ölçümler	30
Tablo-2: Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirme	31
Tablo-3: Grupların ortalama onarım süreleri.....	31

1. GİRİŞ

Yemek yeme, giyinme, yazı yazma gibi önemli fonksiyonları içeren duyu yeteneğimizi ve kişiliğimizi oluşturan, tutma, yakalama, kavrama becerilerimizi sağlayan elimizdir. İnsan hemen hemen tüm işlerinde ellerini kullanır.

El cerrahisinde tendon yaralanmaları büyük bir yer kaplamaktadır. Tendon onarımı sonrasında rehabilitasyon da en az operasyon kadar önemlidir. Onarımda en önemli faktörler güçlü, aralık bırakmayan, pulleylerde takılmaya yol açmayan, peritendinöz kılıflarda gerginliğe yol açmayan ve tendon yüzeyinde takılmaya sebep olmayan sütür tekniği kullanılmasıdır. Tüm uç uca tendon onarımlarında ana prensipler, sütürlerin tendonda tam hareket sağlayıcı gerginlikte olması, tendona kolayca uygulanabilmesi, düğümlerin sağlam olması, onarım sahasında minimal aralık bırakılması, tendonun kanlanması bozulmaması, onarım yüzeyinin pürüzsüz olmasının sağlanmasıdır. Tendon iyileşmesinde sütür tekniği de oldukça önemlidir. Tendon onarımlarında birçok yöntem mevcuttur. Bu onarım yöntemlerinin kendi aralarında avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Tendon onarımı sonrası dönemde en önemli komplikasyonlar, tendonun çevre dokulara yapışması veya kopmasıdır. Yapışmayı engellemek amacıyla ilk günden pasif hareket ile egzersiz başlanmakta ve en kısa zamanda aktif egzersizler planlanmaktadır. Bu egzersizler esnasında onarılan bölgede ayrılma veya kopma görülebilir. Kopmaların nedenleri arasında onarım teknikleri veya kullanılan sütür materyali yer almaktadır. Kopmaların engellenmesi için kullanılan sütür tekniklerinin dayanıklılıkları büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, önceki çalışmalarda daha önce kullanılmamış bir düğüm tekniği olan ve bir denizci düğümü olan Uniknot, geleneksel teknikler olan modifiye Kessler ve Bunnell teknikleri ile kombine edilip basit bağlama ile karşılaştırılmıştır. Denizci düğümlerinin ortak özelliği, zıt vektörlerde uygulanan basınçların düğümü zayıflatmaktan ziyade güçlendirmesidir. Bu özelliğin tendon onarımında kullanılır olup olmadığı ve onarımın sağlığına etkisinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu sırada geleneksel yöntemler de, birbirleri ile karşılaştırılmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

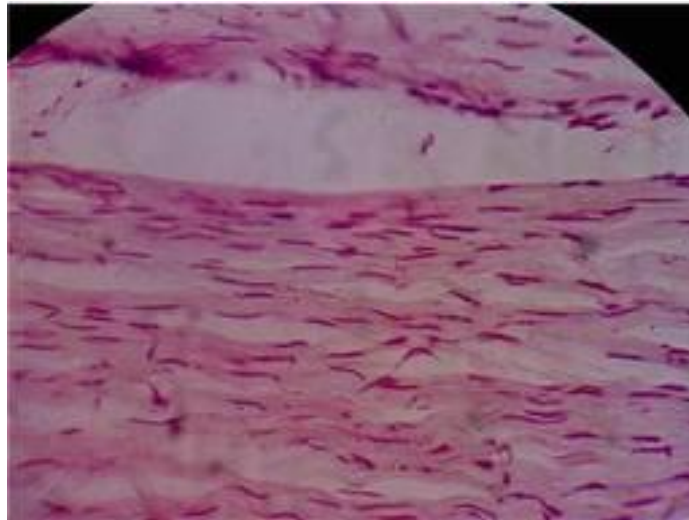
2. 1. FLEKSÖR TENDONLARIN YAPISI

2. 1. 1. Morfoloji:

Kollajenler vücudun birçok yerinde yapı taşı olarak bulunmaktadır. Tendonların kuru ağırlığının %70'i kollajenlerden oluşur. Tendon yapısını oluşturan kollajenlerin %95'i Tip I, %5'i ise Tip III ve Tip IV kollajenden oluşur^{1,2,3}.

Tropokollajenlerden oluşan peptid zincirleri üçlü sarmal şeklinde bulunur. Fibroblastlar tendonların ekstrasellüler komponentlerinin sentezinden sorumludur. Ayrıca küçük miktarlarda elastin ve su bağlama kapasitesini arttıran çeşitli mukopolisakkaritler de fibroblastlar tarafından üretilir.

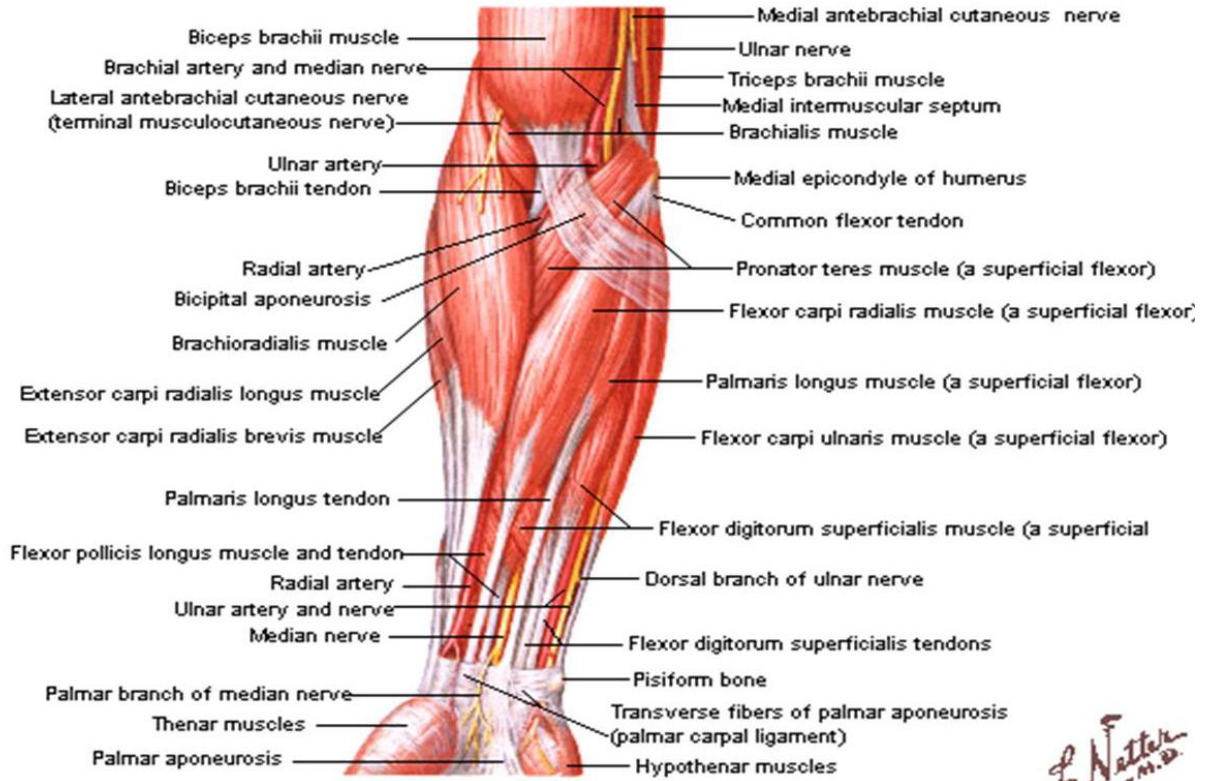
Tendon fasikülleri tenosit denilen olgun fibroblastlardan ve Tip I kollajen fibrillerinden oluşur (Şekil-1). Fasiküllerin yüzeyi kollajen fibrilleri ve elastinden oluşan bir zarla örtülmüştür. Bu zarlar sayesinde direkt bağlantı ve hücresele ilişki olmadan fibriller birbiri üzerinde kayabilir. Her kollajen kümesinin üzeri endotenon ve endotenonların birbirine yakın kalmasını sağlayan bir septa olan epitenon ile örtülmüştür. Elde fleksör tendon fasikülleri paratenon denilen ince visseral ve pariyetal adventisyadan oluşan içinde lumbrikan faktörler bulunan bir zarla örtülmüştür. Ayrıca mezotenon tendonun etrafını sarar, paratenon ile sıkı ilişki kurar ve tendona gelen damarları taşır^{1,2,3}.



Şekil-1: Tendonun histolojik görünümü

2. 1. 2. Anatomi:

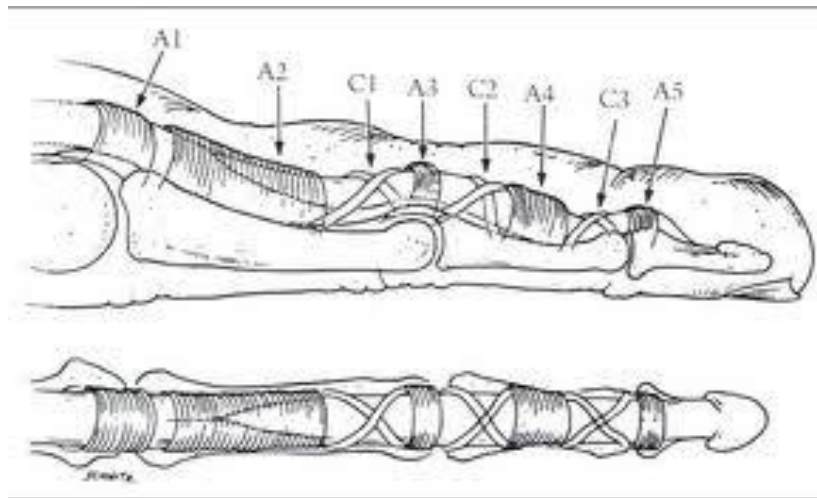
Fleksör tendonların önkol, el bileği, avuç içi ve parmaklardaki anatomik yapılarının bilinmesi tanı ve tedavide çok önemlidir. Önkol distalinde volar yüzde ekstrinsik fleksör tendonlar fleksör kaslarla başlar. En yüzeysel kısımda fleksör carpi ulnaris (FCU), fleksör karpi radialis (FCR) ve palmaris longus (PL) bulunur. Bu kaslar el bileğinin primer fleksörleridir. Orta kısımda fleksör digitorum süperfisyalis (FDS) tendonları bulunur. Derin kısımda fleksör digitorum profundus (FDP) tendonları ve fleksör pollicis longus (FPL) tendonu mevcuttur (Şekil-2). El bileğinde dokuz adet parmak fleksör tendonları transvers karpal ligamentin altından karpal tünele girerler. Bu kanalda kommon profundus tendonları ayrılarak parmaklara doğru uzanırlar. Distal palmar kıvrım seviyesinde fleksör profundus ve süperfisyal tendonlar parmaklara uzanırken fleksör kılıflarına girerler. Bu kılıflar tendonları hem korur hem de düzgün kayma yüzeyi sağlar. Tendonlar bu kılıf içinde etkili mekanizma sağlayan pulleylerden geçerek insersiyoyu yaparlar^{1,3,4,5}.



Şekil-2: Ön kol müsküler yapıları

FDP'lar parmakların primer fleksörleridir. Ancak FDS ve intrinsik kaslar güçlü kavrama için gereklidir. Tam güç ile kavrama sırasında 200 Newton kuvvet uygulanabilir. FDS tendonları, dijital kılıfa girer girmez ikiye ayrılarak FDP tendonunun her iki yanında band halinde oblik olarak seyreder.

Parmaklarda fleksör tendonlar viseral ve pariyetal zarlardan oluşan ve içinde sinoviyal sıvı bulunan kılıflarda seyreder. Metakarp distalindeki palmar aponözöz pulleyi; palmar fasyanın transvers liflerinin kalınlaşması ile oluşup, derin transvers metakarpal ligamente vertikal septalar ile bağlanmıştır. Bu transvers lifler fleksör tendonların üzerine direk olarak uzanırlar. A₁ (annuler) pulley, metakarpofalangeal (MP) eklem üzerinde; A₂ pulley, proksimal falanks proksimalinde; A₃ pulley, proksimal falanks distalinde; A₄ pulley, orta falanks orta kısmında; A₅ pulley, distal interfalangeal (DIP) eklem üzerinde ve distal falanks proksimalinde yer alır. A₂ ve A₄ pulleyler falanks periostundan oluşur ve biyomekanik olarak önemli pulleylerdir. Bu pulleylerdeki anatomik bir parçanın kaybı, parmak hareketlerinin azalmasına ve parmaklarda interfalangeal eklemlerde fleksiyon kontraktürüne sebep olmaktadır. A₁, A₃ ve A₅ pulleyler ise palmar platelerden oluşur. Annuler pulleyler güçlüdür ve fleksiyon sırasında tendonların sıkışmasını engeller. Zayıf olan krusiyat pulleyler fleksiyon sırasında annuler pulleylerin birbirlerine yaklaşmasına izin verir. A₂ ve A₄ arasında proksimal falanks distalinde C₁ (krusiyat); A₃ ve A₄ arasında orta falanks proksimalinde C₂; A₄ ve A₅ arasında orta falanks distalinde C₃ pulleyleri yer alır (Şekil-3).

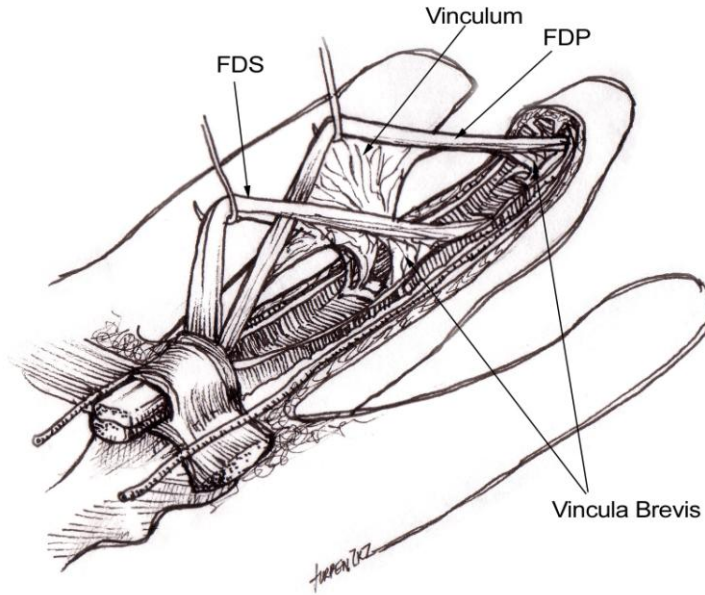


Şekil-3: Pulley anatomisi

Fleksör tendonlar tendon kılıfına vinkula denilen çok ince mezotenonlarla bağlanmışlardır. Bu bağlar kesi sırasında tendonların geriye kaçmasına engel olurlar^{1,3,4,6,7}.

2. 1. 3. Beslenme:

Fleksör tendonlarda vasküler perfüzyon avuç içinden gelen damarlarla sağlanır. Bu damarlar proksimal sinoviyal kıvrımdan gelir, dijital arterler olarak tendon kılıfına girer ve uzun vinkular sistemden geçerek tendonları besler (Şekil-4).



Şekil-4: Fleksör tendonların beslenmesinden sorumlu vinkulaların görünümü

Ekstrinsik vasküler yapı, mezotenon içindeki damarların kılıf içine doğru sinoviyal refleks uzantısı, vinkulumlar ve osseoz insersiyon noktalarında seyrederek. İntrinsik vasküler yapı, endotenon içinde seyreden vasküler yapılardan oluşur.

Vinkulumlarda bir arter, iki ven, lenf kanalı ve sinir mevcuttur. FDS ve FDP tendonlarının her birisi için bir kısa ve bir uzun vinkulum bulunur. Kommon dijital arterin transvers birleştirici dalları dorsalden vinkular sisteme ve oradan tendonlara doğru dolaşım sağlar. Bu nedenle tendonların dorsal kısımları daha iyi beslenir. Onarım sırasında sütürler volar yüzeye konmalı dorsale konmamalıdır; çünkü volar yüzeyleri göreceli olarak avasküler bölgelerdir^{1,3,5,6}.

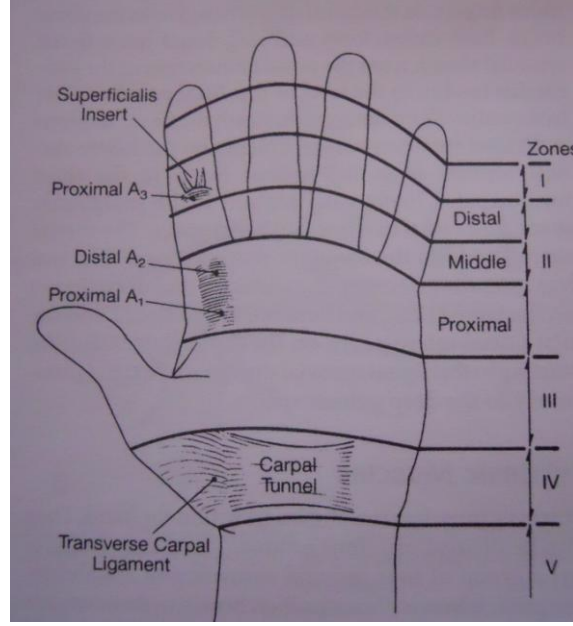
Tendon kılıf sıvısı hyaluronat konsantrasyonu ve normal eklem mayisine benzer birkaç protein içerir. Parmak fleksiyonu sonucu artan pompa sistemi ile tendon diffüzyonu sağlanır. Yapılan çalışmalarda damar yapısı tamamen bozulmuş tendonlarda, diffüzyonun tek başına yeterli olduğu ve difüzyonla beslenmenin perfüzyondan daha etkili olduğu gösterilmiştir. Hasarlanma sırasında ve tendon iyileşmesinde biyolojik cevap doku sıvısı beslenme sistemleri ve vasküler sistem tarafından belirlenir^{1,3,4,7,8}.

2. 2. FLEKSÖR TENDON ONARIMI

Travma sonucunda elin yalnızca cilt, ciltaltı ve tendonları değil, damar, sinir, eklem kapsülü kartilajı ve kemikleri de etkilenebilir. Bu nedenle fizik muayene sonucunda uygun tedavi planı oluşturma ilk prensip olmalıdır. Elin anatomik duruşunda herhangi bir değişiklik hasarlanmış olan tendonlar hakkında fikir verebilir. Bilinen fonksiyon testleri mutlaka yapılmalı, parmaklardaki dolaşım ve his durumuna bakılmalı, direkt grafiler iyi değerlendirilmelidir^{2,3,5,9}.

Elin cerrahi anatomisi beş zonda incelenmektedir. En distalde (FDS insersiyosu distalinde) yalnızca FDP tendonu bulunur ve Zon I olarak bilinir. Distal palmar kıvrımdan itibaren FDS insersiyosuna kadar uzanan kısım Zon II olarak tanımlanmıştır. Bu bölge onarım sonrası fonksiyonel sonuçların genelde kötü olması nedeniyle "no man's land" olarak bilinir. Transvers karpal ligamentten distal palmar kıvrıma kadar olan bölge Zon III, karpal tünel Zon IV, önkol distali ise Zon V olarak tanımlanmıştır (Şekil 5). Tedaviye başlamadan önce zonların muayenesi kadar travmanın oluş şekli ve tendon kesisi sırasında parmağın fleksiyon ya da ekstansiyonda oluşu da çok önemlidir. Tendon kesilerinin tam ya da kısmi olup olmadığı, proksimal güdüğün seviyesi ve kısmi kesilerde kesi miktarı (yüzdesi) tesbit edilmelidir^{1,3,4,5}.

Eğer elde ağır ve multipl yaralanma, aşırı kontaminasyon varsa, yabancı cisim mevcutsa primer erken onarım kontrendikedir. Birlikte olan kırıklar ve nörovasküler yaralanmalar kesin kontrendikasyon değildir. Kırık anatomik olarak redükte edilebiliyorsa, damar ve tendon onarımının aynı seansta yapılması daha iyi sonuçlar verecektir^{6,9,10}.



Şekil-5: Fleksör zonlarına göre el anatomisi

İlk 24 saat içinde yapılan onarıma erken primer, 1-10 gün içinde yapılan onarıma geç primer, 2-4 hafta içinde yapılan onarıma sekonder, 4 haftadan sonra yapılan onarıma ise geç sekonder onarım denilir^{1,2,3}.

2. 3. FLEKSÖR TENDONLARIN İYİLEŞMESİ VE İYİLEŞMEYE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

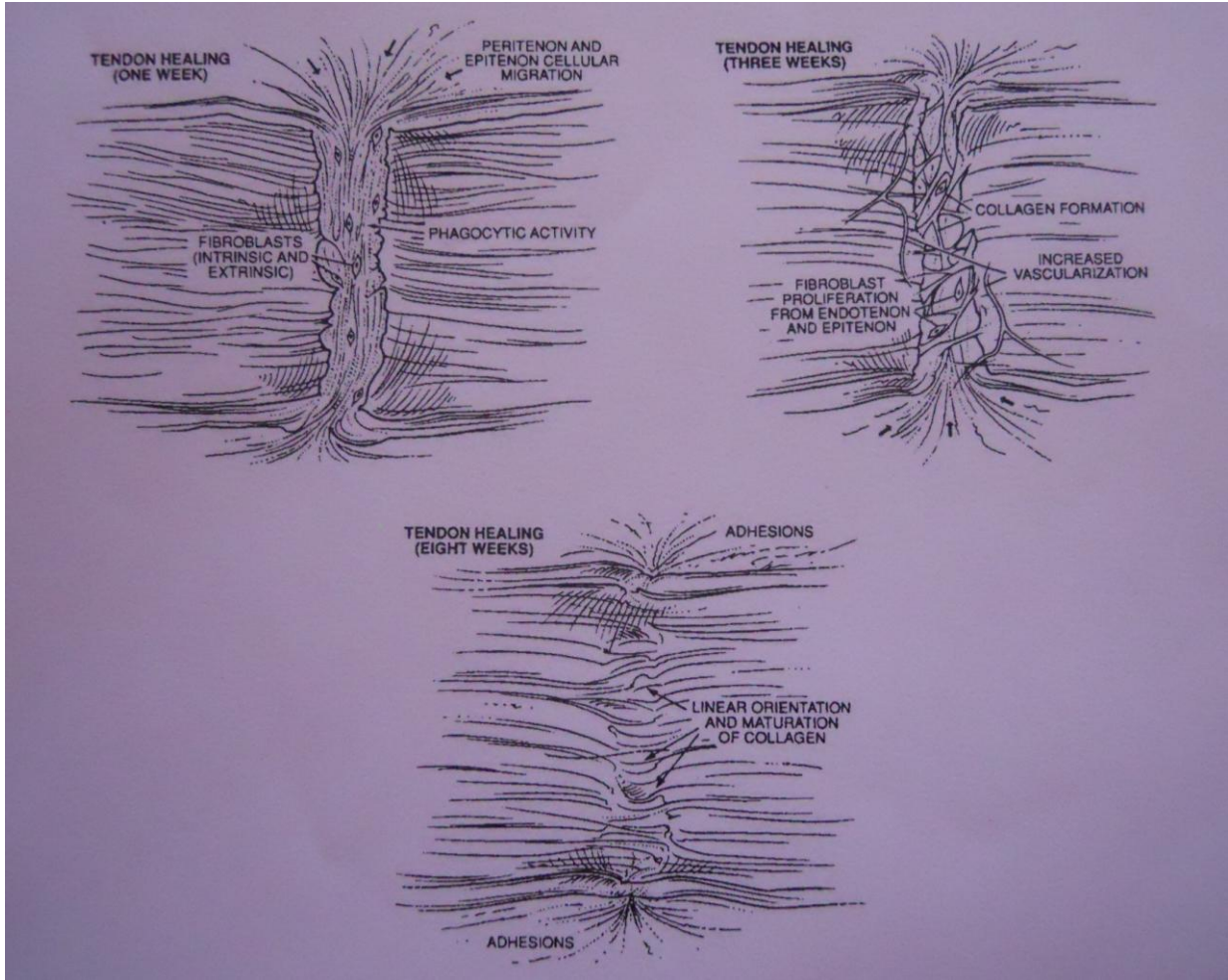
Araştırmacılar tarafından tendonların intrinsik ve ekstrinsik iyileşme kapasitesinin mevcut olduğu ortaya konulmuş, ancak klinik olarak bu iki ayrı iyileşme mekanizmasının hangisinin daha etkin olduğu tam olarak ortaya konulamamıştır. Tendon iyileşmesi üç ayrı evreden oluşur.

A- İnflamasyon evresi: Tendon gücünün en az olduğu dönem olup onarımdan sonraki ilk 3-5 günde oluşur. Bu dönemde en belirgin olan özellik hücre migrasyonu ve fagosit aktivasyonudur. İnfiltrate olan iltihabi hücreler fibroblast olarak farklılaşırlar.

B- Fibroblast veya kollajen sentez evresi: Fibroblastik farklılaşma ve vaskülarizasyonda artma ile karakterize bir dönem olup bu dönemde kollajen sentezinde hızlı bir artış mevcuttur. Tendon tensil gücü ve düzeni tam olarak

sağlanamamıştır. Onarımdan sonraki 5. gün ile 6 haftaya kadar olan dönemi kapsar. Kollajen sentezi sayesinde zamanla tendon gücünde artma izlenir.

C- Remodeling veya olgunlaşma evresi: Tendon iyileşmesinde son aşamadır. Kollajenlerin olgunlaşması ve yapışıklıkların oluşması ile karakterize bir dönemdir. Tendon gücünde artma ile birlikte fibroblastik aktivite ile kollajenler uzunlamasına yerleşir (Şekil-6).



Şekil-6: Tendon iyileşmesinin evreleri

Eğer ekstrinsik iyileşme baskın hale geçerse tendon ve etraf dokular arasında yapışıklık daha belirgin olacaktır. Genelde tendonda esas iyileşme, intrinsik aktivite ile gerçekleşmektedir.

Erken kontrollü pasif hareket uzmanlar tarafından kesin olarak faydalı kabul edilmiştir. Hızlı gerginlik gücü kazanılması, daha az yapışıklık gelişmesi,

ekskürsiyonda artma ve daha iyi tendon beslenmesine neden olduğu çalışmalarla gösterilmiştir. Ayrıca erken kontrollü pasif hareketin sinoviyal sıvı diffüzyonunu arttırdığı, DNA ve kollajen sentezini arttırdığı, olgunlaşma evresinin hızını ve tendon gücünü arttırdığını belirtmişlerdir. Silva MJ¹¹ yaptığı bir çalışmada köpek fleksör tendonlarını kullanmış, deneyde düşük güç uygulanarak 1.7 mm ekskürsiyon sağlanarak yapılan egzersizlerin, tendon iyileşmesine ve yapışıklık oluşmamasına olumlu yönde etkisini göstermişlerdir.

Gelberman ve arkadaşları, köpekler üzerinde yaptıkları çalışmada 3 mm ve daha fazla tendon onarım açıklıklarının bile normale yakın iyileşme ile yapışıklığa yol açtığını ortaya koymuşlardır¹².

Bunlara ek olarak tendon iyileşmesinde ekskürsiyon ve güç kazanma açısından en önemli faktörün güçlü ve aralık bırakmayan dikiş tekniği ve arkasından erken kontrollü pasif hareket verilmesinin olduğu kabul edilmektedir. Son zamanlarda ise tendon onarımında pasif hareketlerin yetersiz kalması nedeni ile bunun yerine kontrollü aktif hareket önerilmektedir^{13,14}.

Fleksör tendon onarımının iyi eğitilmiş tecrübeli bir cerrah tarafından yapılması, uygun dikiş tekniği ve materyal kullanılması, en erken dönemde onarımın yapılması; tendon iyileşmesinde ve yapışıklık oluşmasının önlenmesinde en önemli faktörlerdir.

2. 4. FLEKSÖR TENDON ONARIMINDA KULLANILAN TEKNİKLER

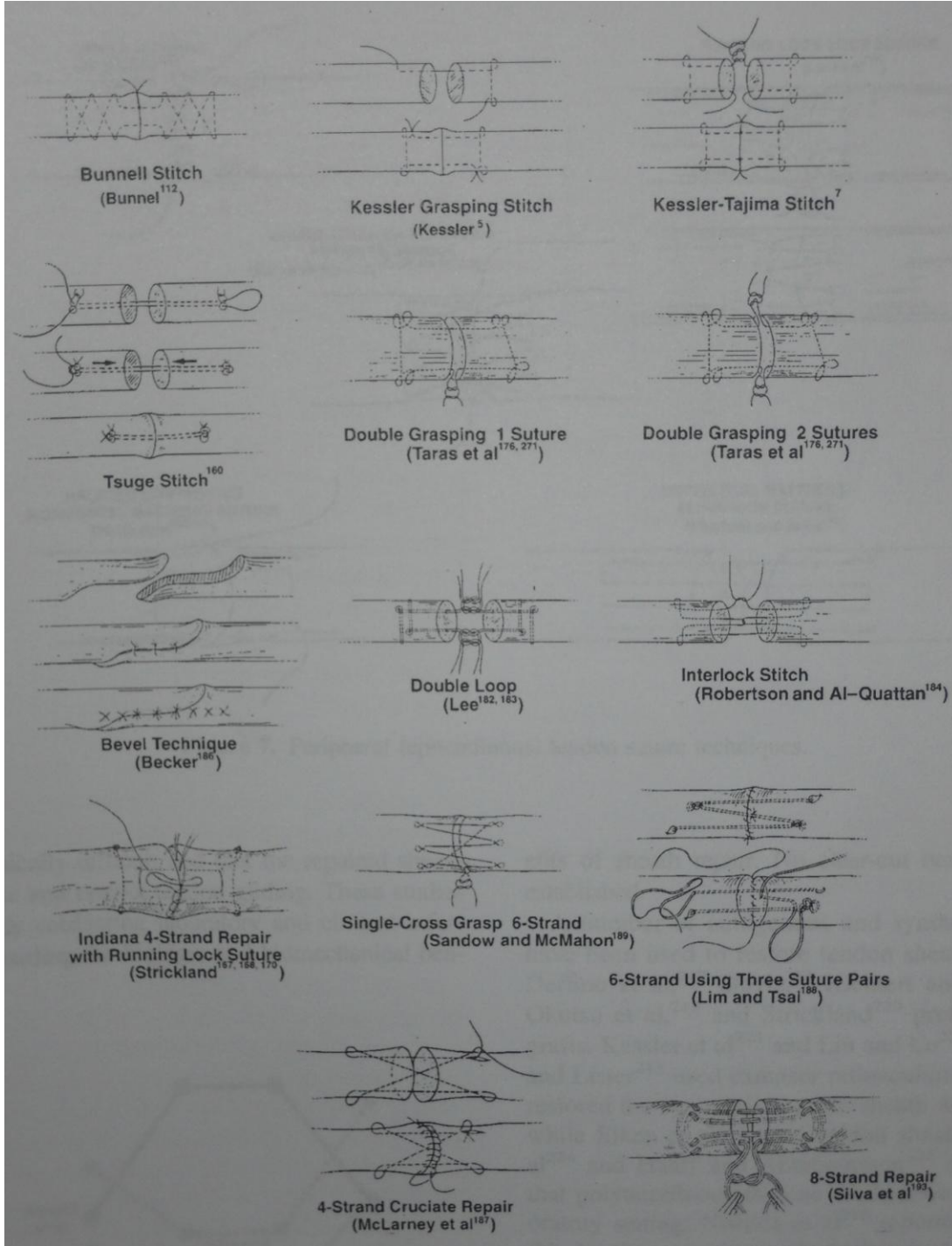
Tendon iyileşmesinde güç kazanma ve normal ekskürsiyon sağlamada en önemli faktörün güçlü, aralık bırakmayan, pulleylerde takılmaya yol açmayan ve peritendinöz kılıfta gerginliğe yol açmayan tendon yüzeyinde takılmaya sebep olmayan sütür tekniği kullanılmasıdır. Tüm uç uca onarımlarda ana prensipler; sütürün, tendonda tam hareket sağlayıcı gerginlikte atılması, tendona kolayca uygulanabilmesi, düğümlerin sağlam olması, onarım sahasında minimal aralık bırakılması ve tendonun kanlanması bozulmadan, onarım yerinin pürüzsüz bırakılmaya çalışılmasıdır.

Bu amaçla yapılan çalışmalarda tendon iyileşmesinde ve yapışıklığın önlenmesinde en önemli faktörlerden birinin de sütür tekniği olduğu ortaya konmuştur^{1,3,10,11,15,17}.

Kısmi tendon kesilerinde, tendonun %50'sinde veya daha fazla hasar varsa tendonun primer onarılması önerilmektedir^{1,3,5,9}.

2. 4. 1. Uç Uca Onarım Yöntemleri (core sütürler):

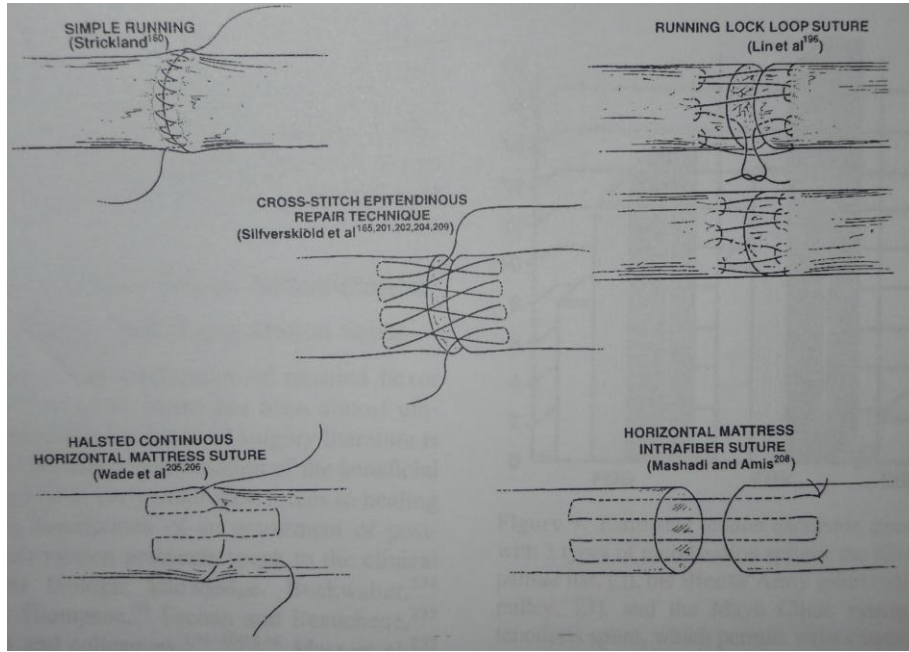
İlk kez 1917'de Kirchmayer tarafından tendon onarımı tarif edilmiş ve daha sonra 1973'den sonra Kessler'le birlikte birçok modifikasyonlar geliştirilmiştir. İn vitro ve in vivo çalışmalarla birçok suture tipi tarif edilmiştir.



Şekil-7: Uç Uca Onarım Yöntemleri (core sütürler)

2. 4. 2. Çevresel Onarım Yöntemleri (epitendinöz sütürler):

Çevresel onarım yöntemleri, tendon onarımı sırasında oluşan aralığı önlemek ve daha pürüzsüz bir tendon yüzeyi oluşturmak amacıyla geliştirilmişlerdir. Uç uca onarıma ilaveten ya da tek başına onarım yöntemi olarak seçilebilir.



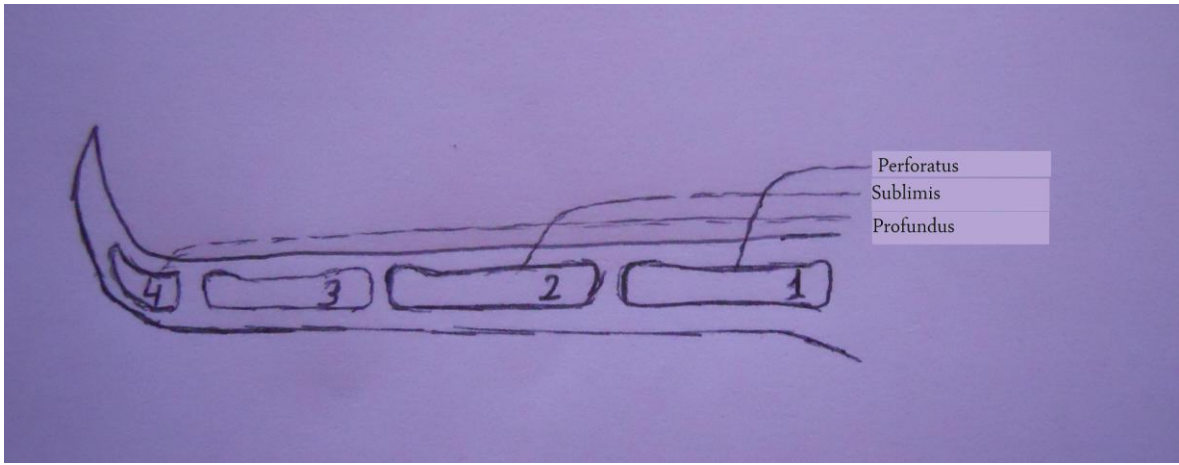
Şekil-8: Çevresel Onarım Yöntemleri (epitendinöz sütürler)

2. 5. TAVUKLARDA FLEKSÖR TENDON ANATOMİSİ

Tavuk fleksör tendonları anatomik ve fonksiyon açısından insan eline çok benzerlikler göstermeleri ve kolay elde edilmeleri nedeniyle çalışmada özellikle tercih edilmişlerdir.

Tavuklarda uzun olan parmakta 4 adet falanks bulunur¹⁸. Üç adet fleksör tendon mevcuttur. En ince olan ve en yüzeysel seyreden fleksör perforatus proksimal falanks orta kısmına insersiyoyu yapar. İnsersiyoyu yapmadan hemen önce ikiye ayrılarak FDS ve FDP tendonlarının yanlarından bant halinde geçerek falanksın medial ve lateral kısmına yapışır. Ortada seyreden fleksör dijitorum sublimis tendonu aynen insanda olduğu gibi birinci falanks üzerinde ikiye ayrılarak FDP tendonu etrafında bant

halinde seyrederek ikinci falanks ortasına medial ve lateralinden insersiyoyu yapar. Fleksör dijitorum profundus tendonu ise en derinden seyreder ve en uzun olanıdır. Dördüncü falanks proksimaline plantar yüzde insersiyoyu yapar. Fleksör tendonlar ince elastik bağ dokusundan oluşan bir zar ile çevrilmiştir. Tendon kılıfı FDP insersiyosundan ayak tabanına kadar uzanır. Tendon kılıfının yüzeyi, yumuşak ve düzgün tenosinoviyal zar ile çevrilmiştir. Tendon kılıfı plantar yüzde eklem kapsülü ve periost ile sıkı olarak bağlanmıştır. Tendonlarda vinkular çıkıntılar da bulunur. Birinci ve 2. falankslarda iki adet kısa pulley sistemi mevcuttur¹⁸.



Şekil-9: Tavuklarda fleksör tendonların anatomisi

3. MATERYAL ve METOD

3. 1. HAZIRLIK

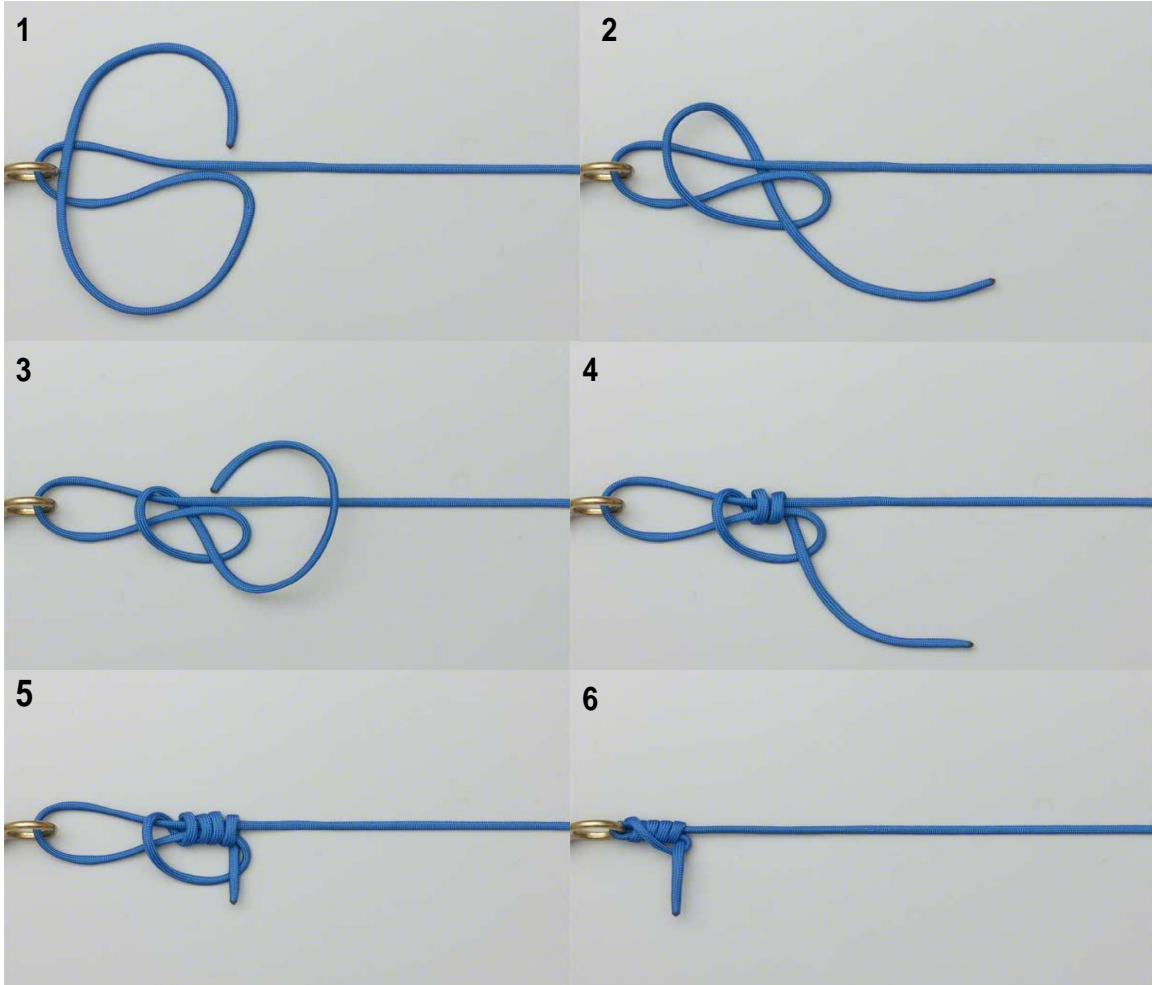
Çalışmada deney grupları için 2-3 aylık, Ross tipi tavukların kesilmesi sırasında alınan bacakları kullanıldı. Uygulamalar tek cerrah tarafından uygulanırken, ölçümler de tek makine mühendisi ile birlikte yapıldı.

Çalışma her grupta 10 tendon olacak şekilde 4 grupta tasarlandı. Her ayakta sadece 3. parmak FDP tendonu kullanıldı. Tavuklar kesilip bacaklar dezartiküle edildikten sonra buzlu su içeren bir saklama kabı içerisinde korundu. 24 saat içerisinde FDP tendonu çıkarıldı. Düzgün bir kesi oluşturulup gruplara göre onarımları yapıldıktan hemen sonra ölçümleri yapıldı.

3. 2. CERRAHİ TEKNİK

Her grup için, 3. parmak volar yüzünde uygulanan vertikal insizyon ile fleksör tendonlara ulaşıldı. FDP tendonu distal falanks tabanında bulundu ve el bileğine kadar takip edilip çıkarıldı.

Tendon uzunlukları 5-6 cm aralığındaydı. Tüm tendonlar işlem öncesinde 5cm olacak şekilde kısaltıldı. Tam ortalarından düzgün bir kesi ile ikiye ayrılan tendonlar gruplara göre farklı teknikler ile onarıldı. Basit bağlama uygulanan 1. ve 3. grupta düğüm 5 kere oturtuldu. Uniknot uygulanan 2. ve 4. grupta ise bir adet basit düğüm oturtulduktan sonra 2 kere uniknot uygulandı. Core sütürleri 4/0 Prolen ile tamamlandıktan sonra 6/0 Prolen ile epitendinöz devamlı basit sütürler uygulandı. Her grup için farklı günlerde uygulama ve ölçümler yapıldı.



Şekil-10: Uniknot düğümünün uygulanması

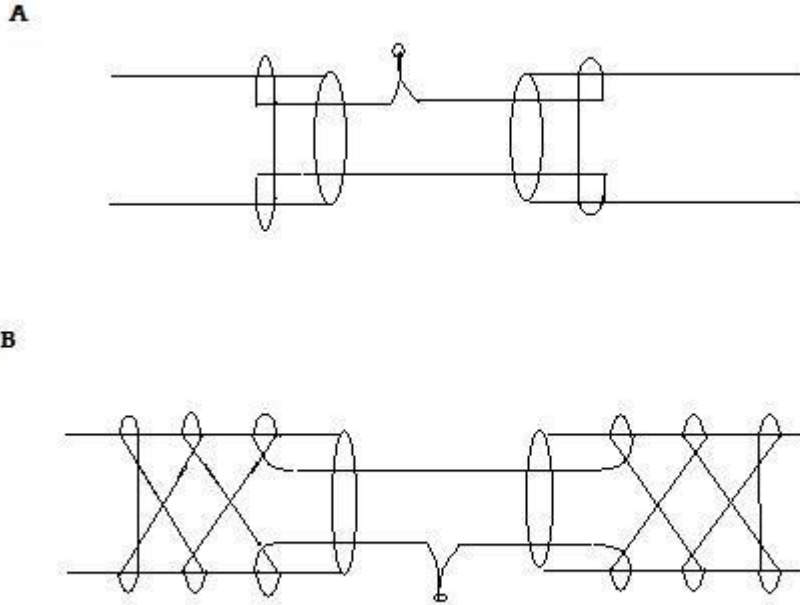
3. 3. GRUPLAR

Grup 1: Modifiye Kessler ve basit düğüm : Core sütürleri modifiye Kessler metoduna göre geçildikten sonra beş adet basit düğüm ile bağlandı.

Grup 2: Modifiye Kessler ve uniknot: Core sütürleri modifiye Kessler metoduna göre geçildikten sonra bir basit düğüm oturtulduktan sonra iki adet Uniknot ile güçlendirildi.

Grup 3: Bunnell ve basit düğüm: Core sütürleri Bunnell metoduna göre geçildikten sonra beş adet basit düğüm ile bağlandı.

Grup 4: Bunnell ve uniknot: Core sütürleri Bunnell metoduna göre geçildikten sonra bir basit düğüm oturtulduktan sonra iki adet Uniknot ile güçlendirildi.



Şekil-11: A) Modifiye Kessler tekniği, B) Bunnell tekniği

3. 4. MEKANİK DEĞERLENDİRME

Tendonların ölçümleri Celal Bayar Üniversitesi Makine Mühendisliği laboratuvarında bulunan Shimadzu AG-IS (100kN) çekme cihazı ile yapıldı. Tendon, iki ucu arasındaki mesafe dakikada 1mm artacak şekilde çekme kuvvetine maruz bırakıldı. Bu şartlarda, tendonun esneme kuvvetleri (1mm ve 2 mm uzamasına neden olan kuvvetler) ve kopma kuvveti ile uzama arasındaki grafikler

ekstansiyometre yardımı ile elde edildi. Bu verilerin değerlendirilmesinde Trapezium adlı program kullanıldı.



Resim-1: Trapezium programı tarafından grafik oluşturulması

3. 5. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

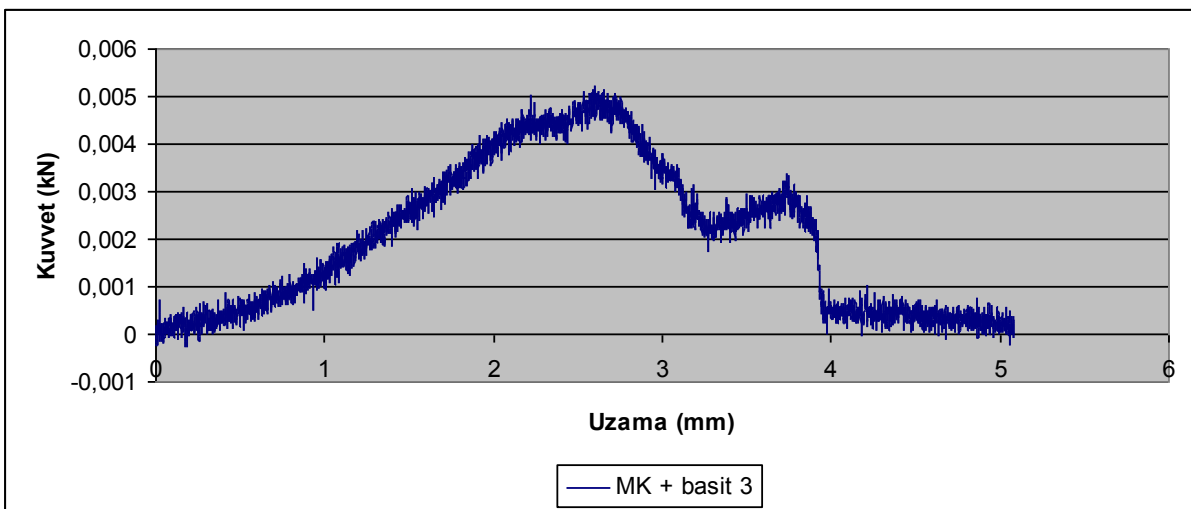
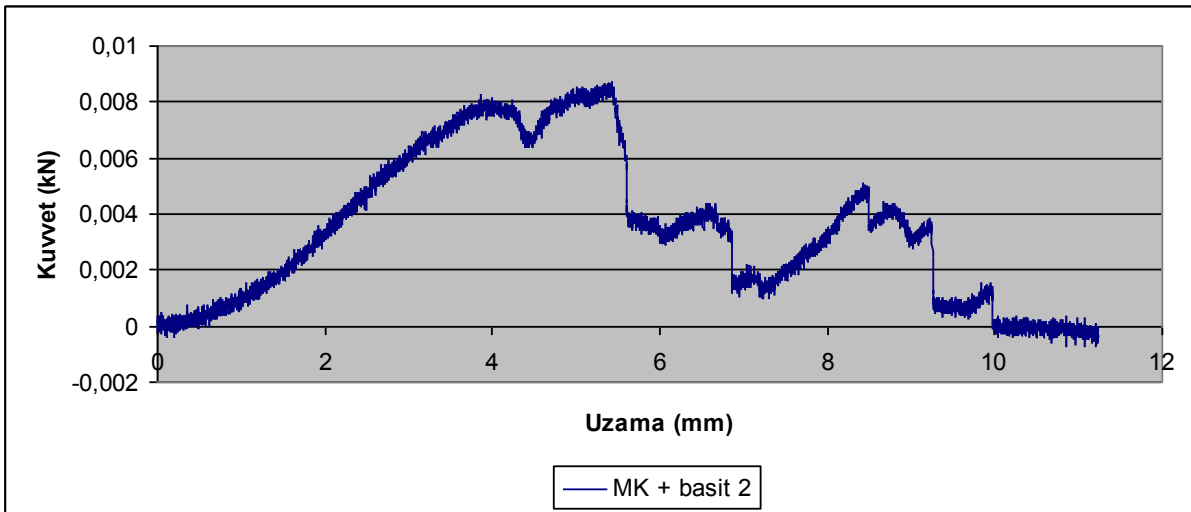
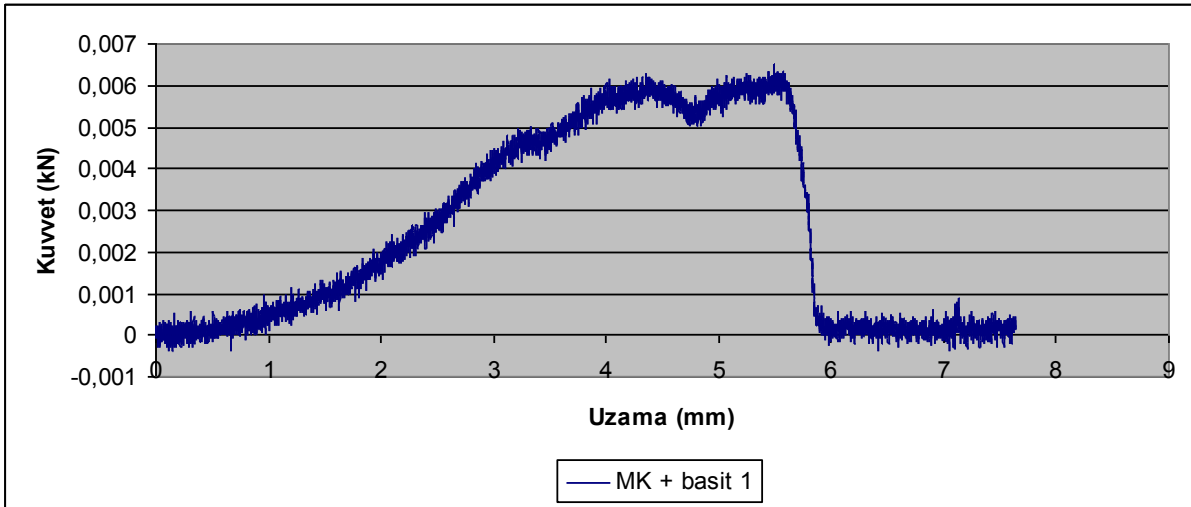
İstatistiksel değerlendirme SPSS 15.0 programı kullanılarak yapıldı. Gruplar arasındaki farkı saptamada ve grupları ikili olarak karşılaştırmak için non-parametrik test olan Mann Withney testi uygulandı.

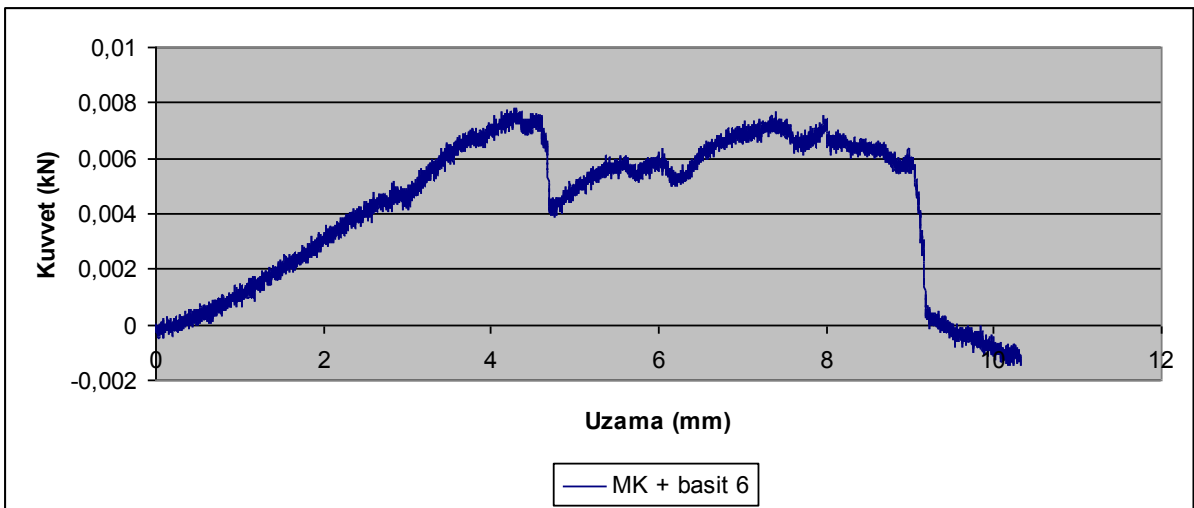
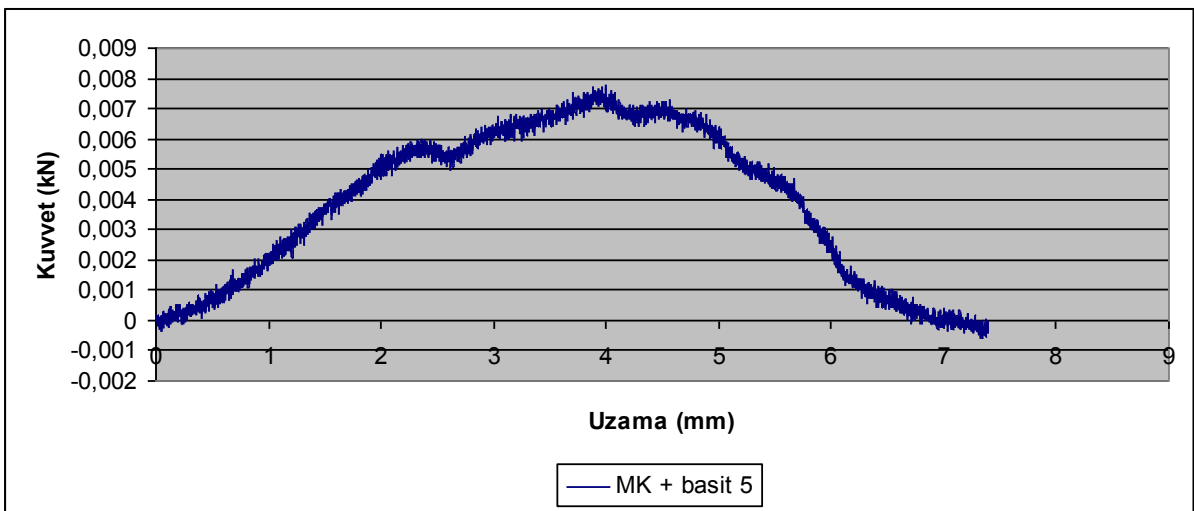
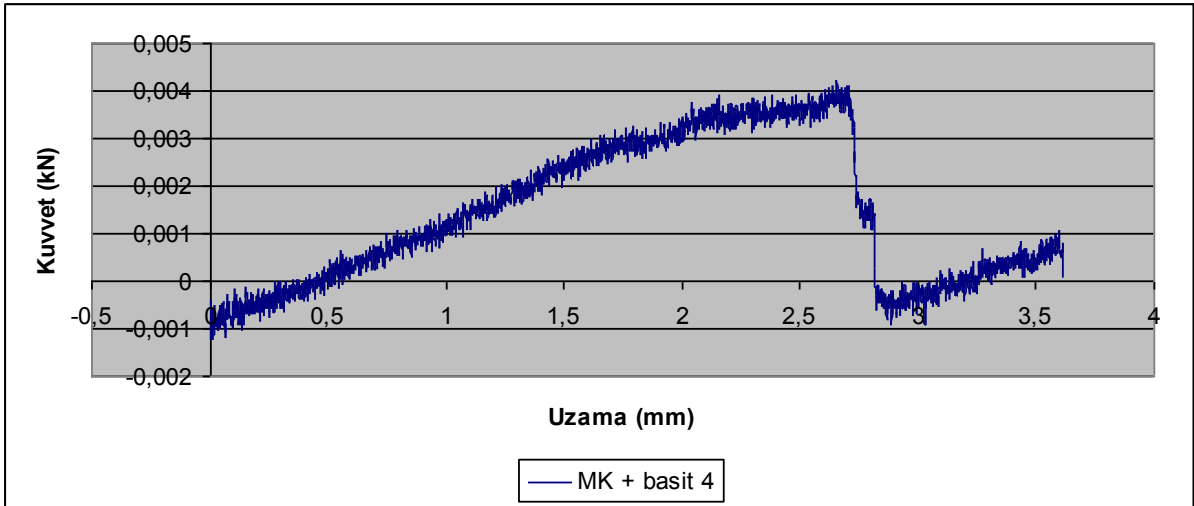
4. BULGULAR

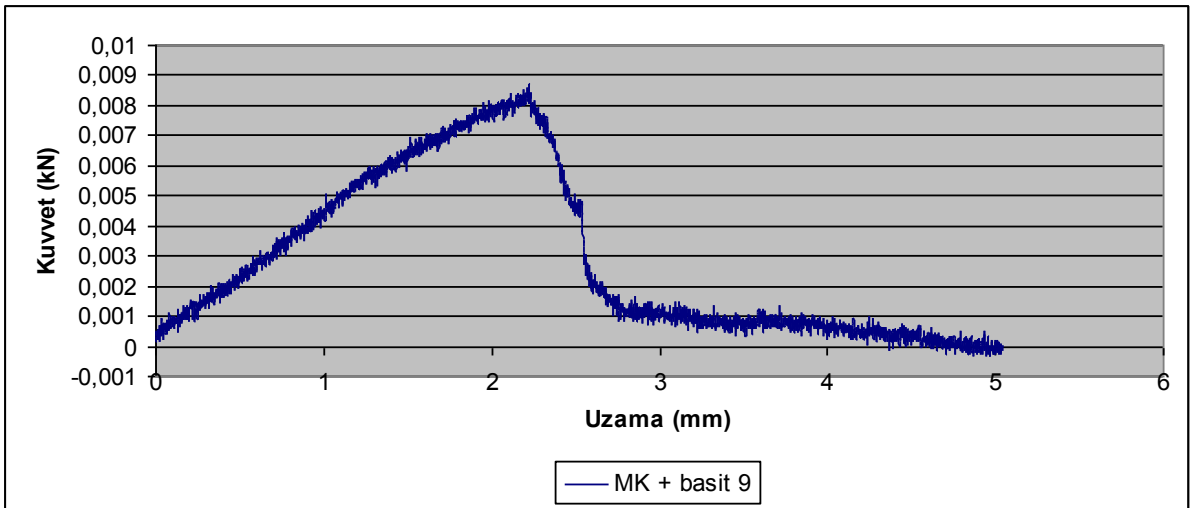
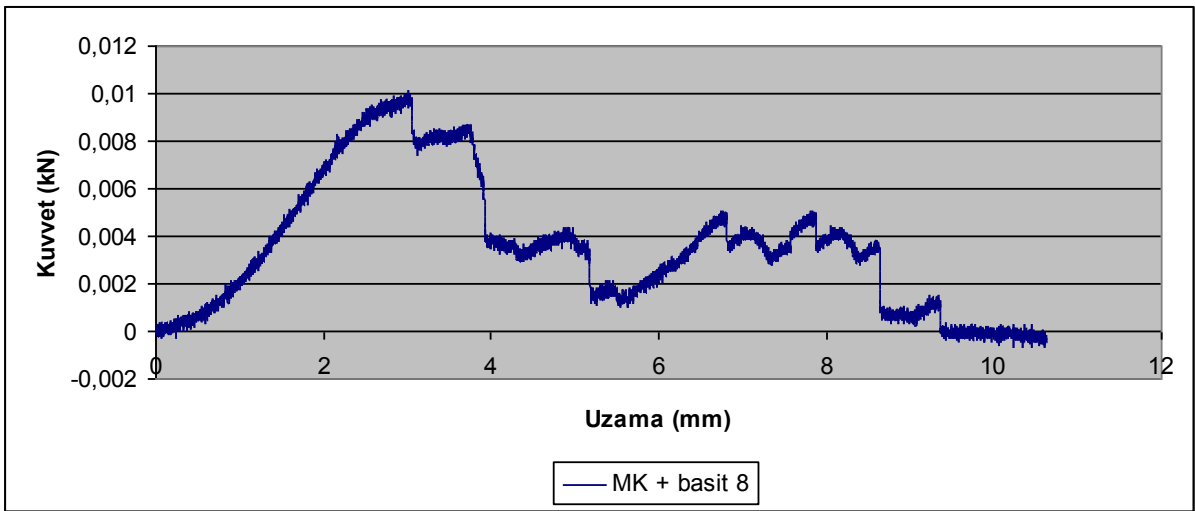
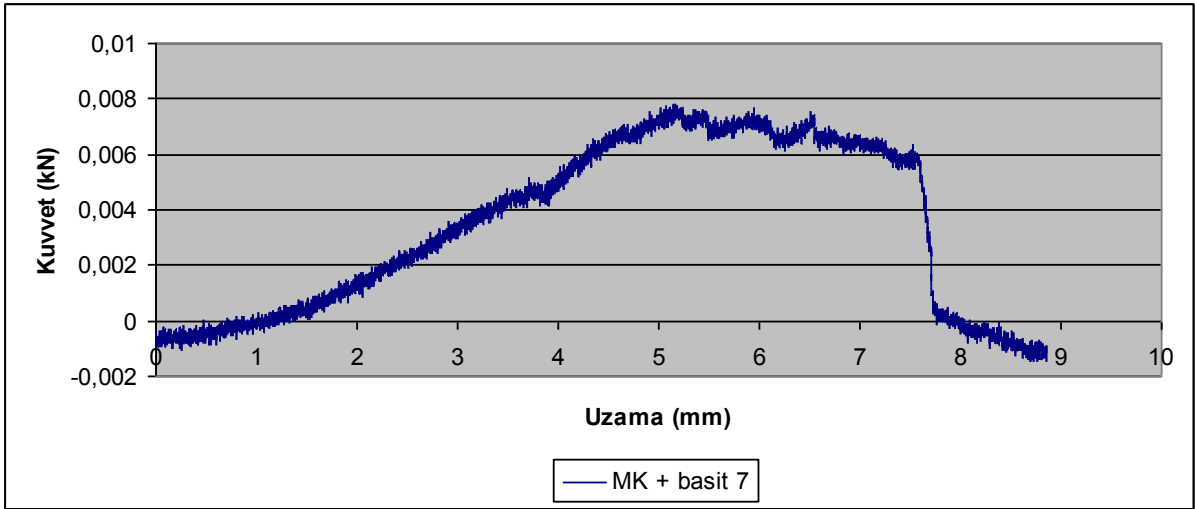
4.1. MEKANİK BULGULAR

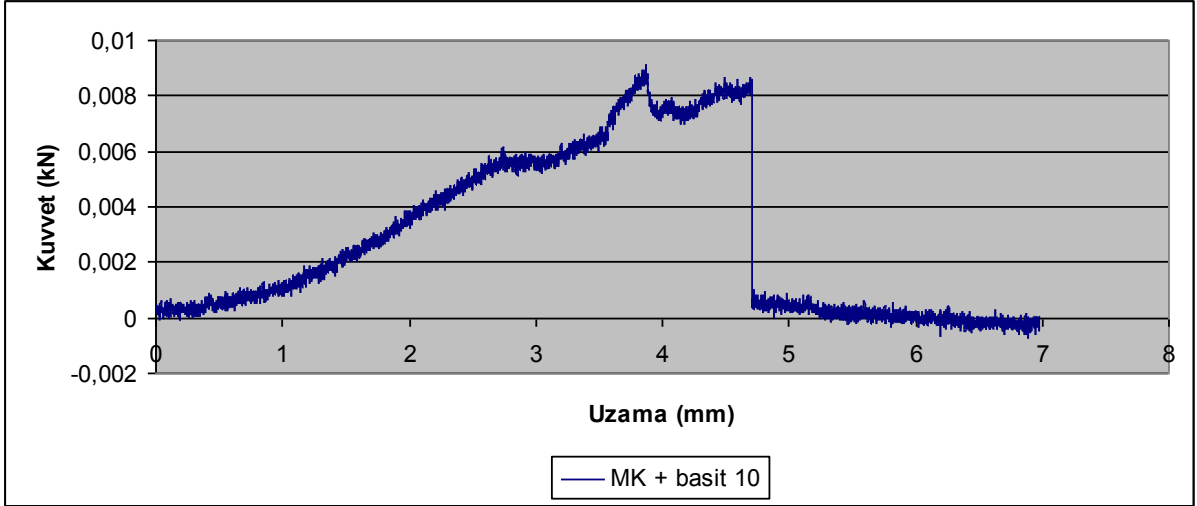
Dört gruba ayrılan onarılmış tendonlar, Shimadzu AG-IS (100kN) çekme cihazı ile test edildi. Bu sırada tendonu 1mm ve 2mm uzatan kuvvetler ve kopma kuvvetleri değerlendirildi. Tüm tendonlarda kopmanın, sütün tendondan ayrılması sonucu olduğu görüldü. Gruplardaki ölçümlerin tamamı Trapezium programında grafik haline getirildi.

Grup 1 Grafikleri

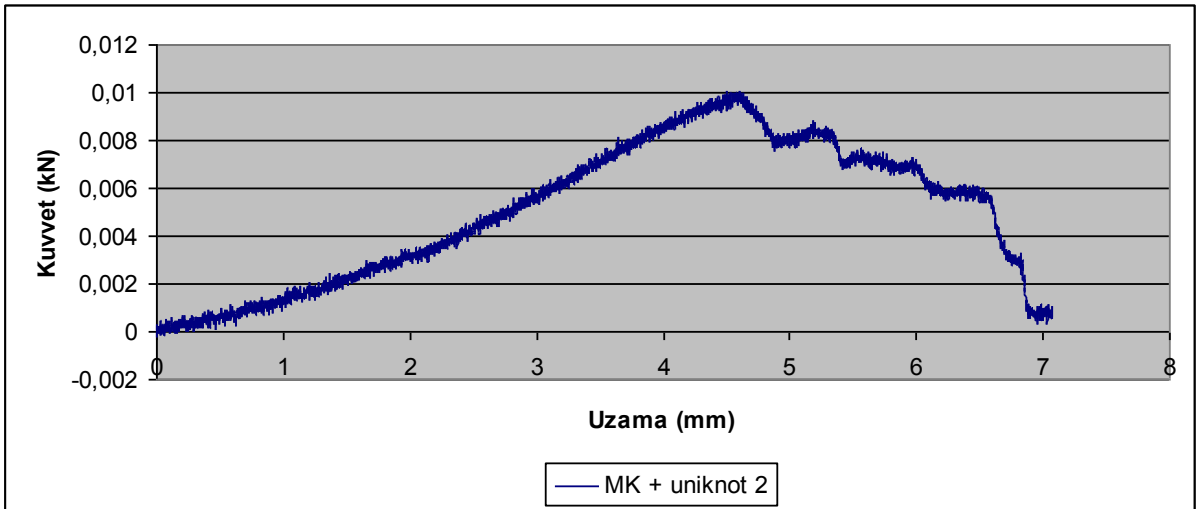
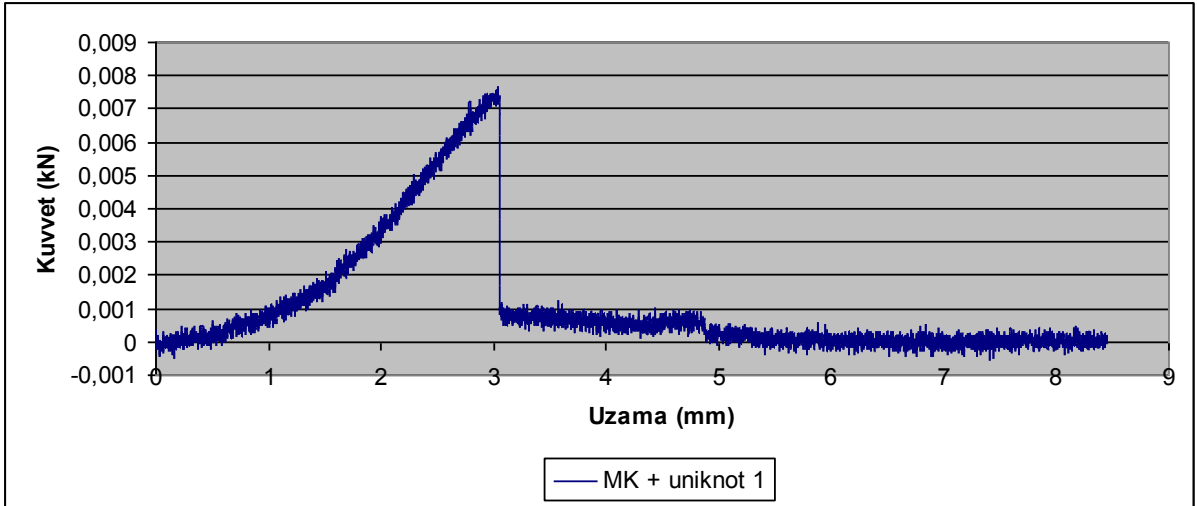


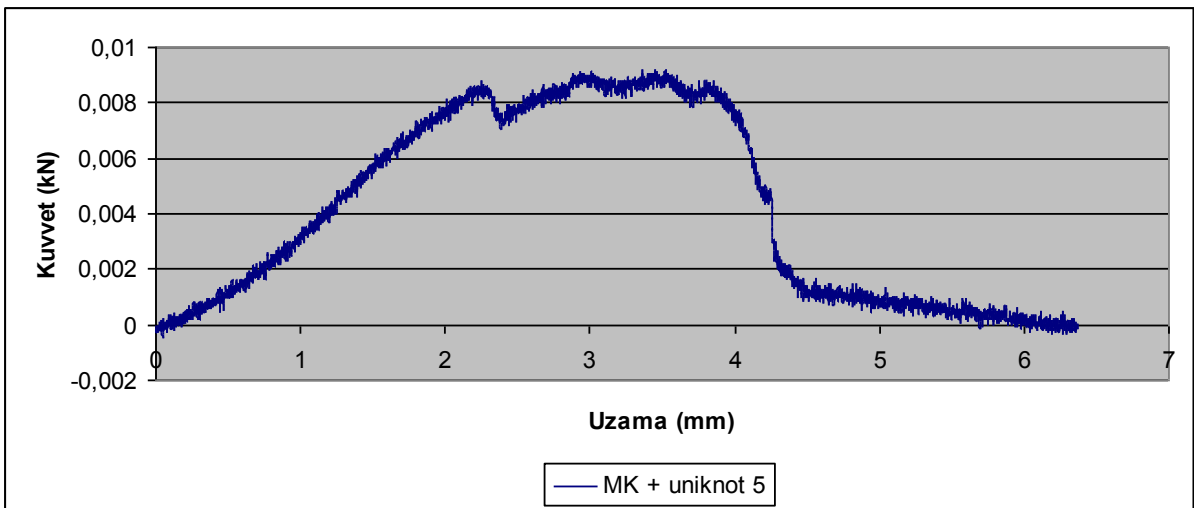
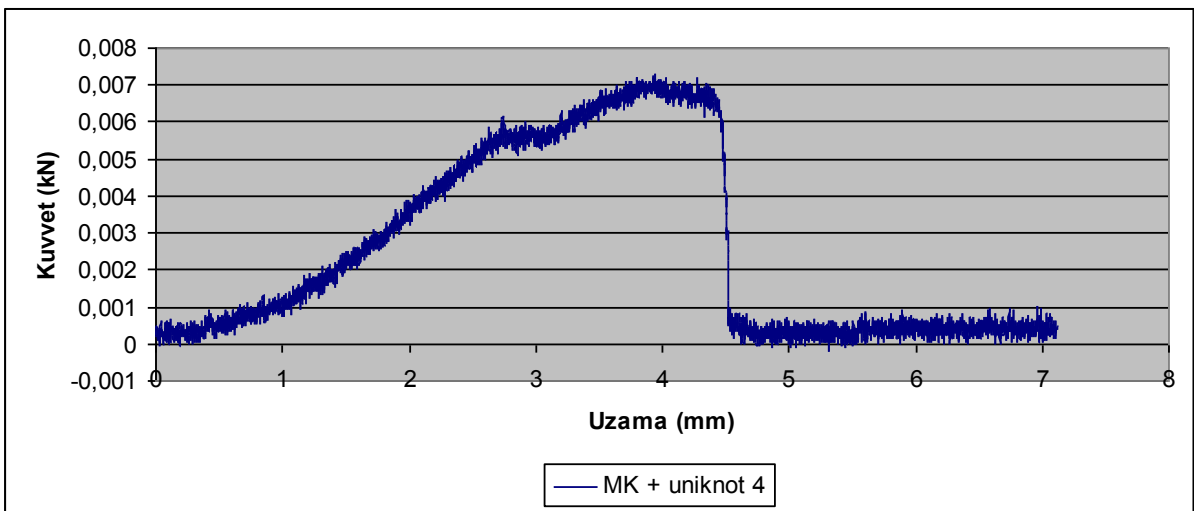
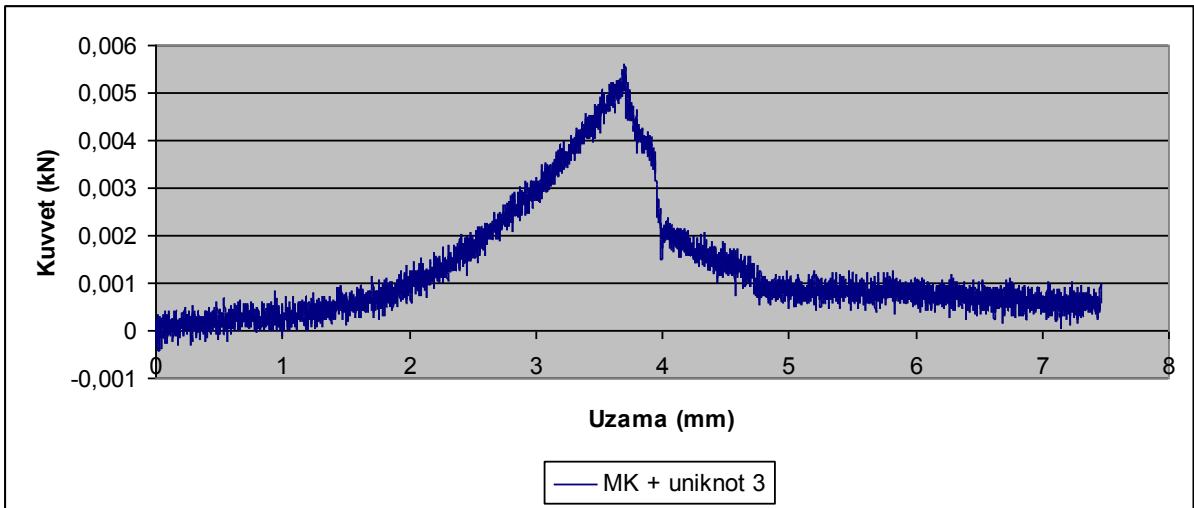


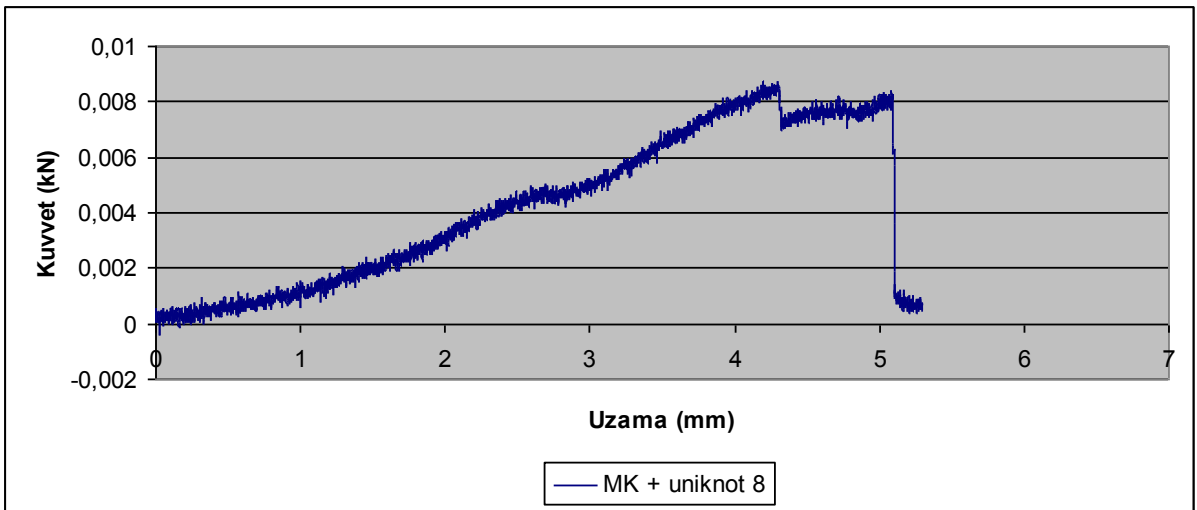
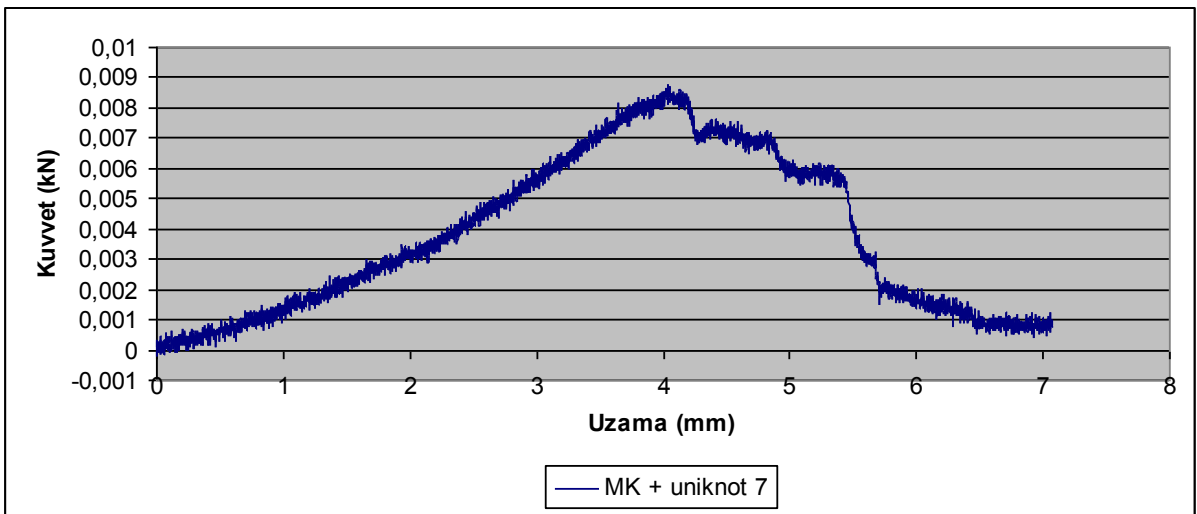
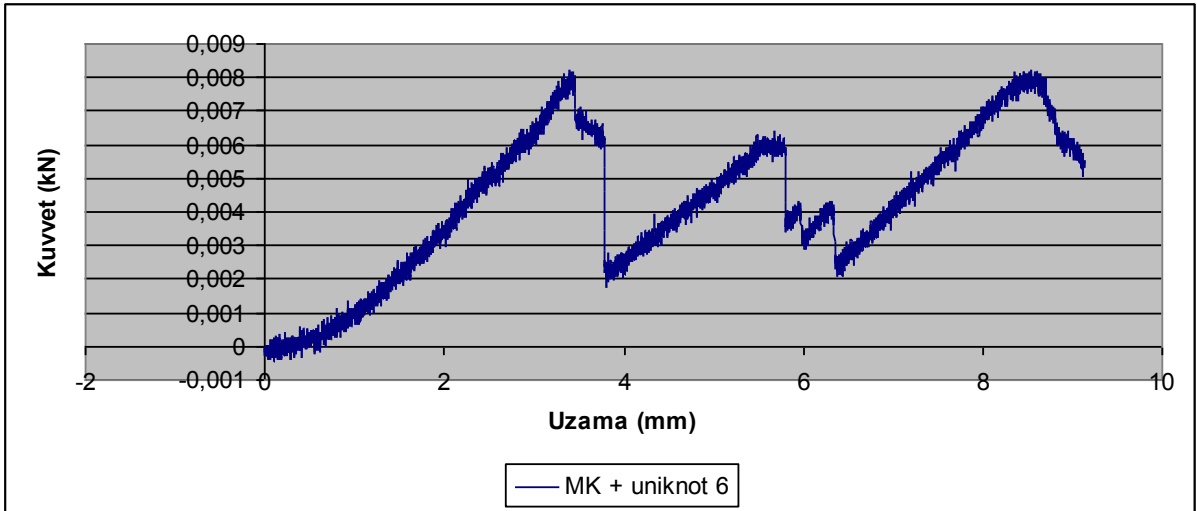


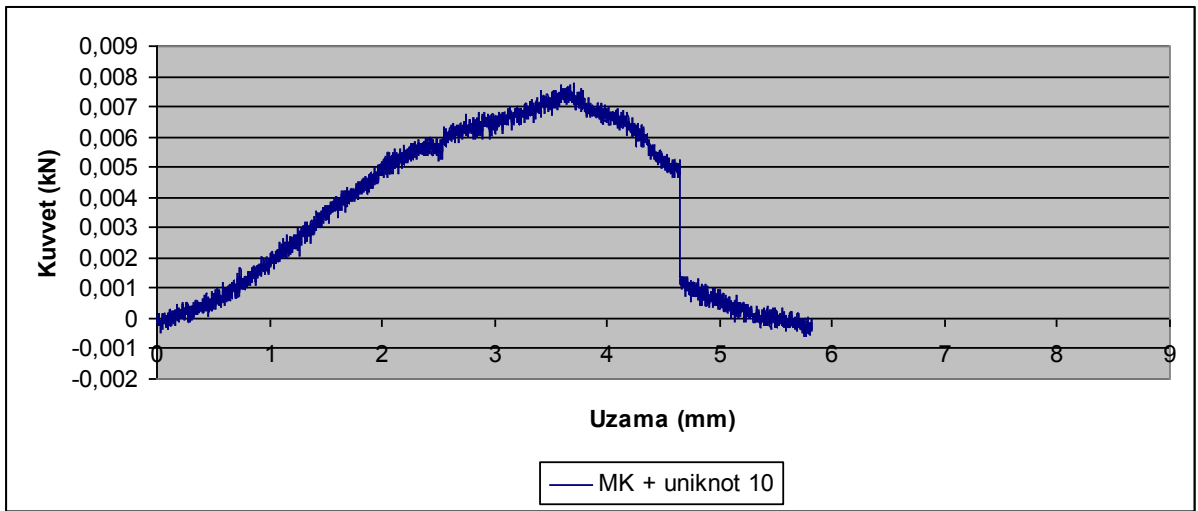
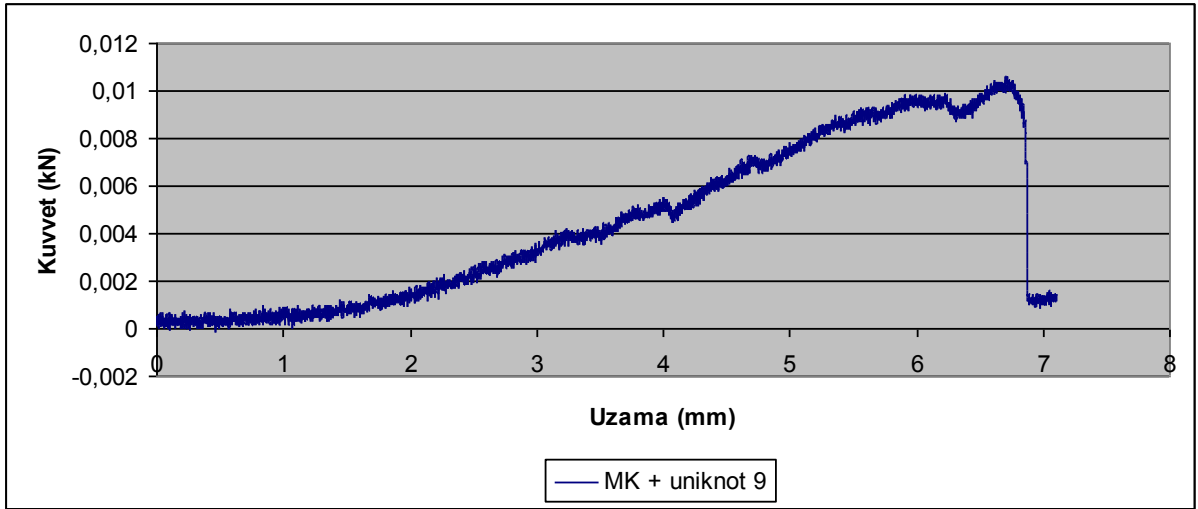


Grup 2 Grafikleri

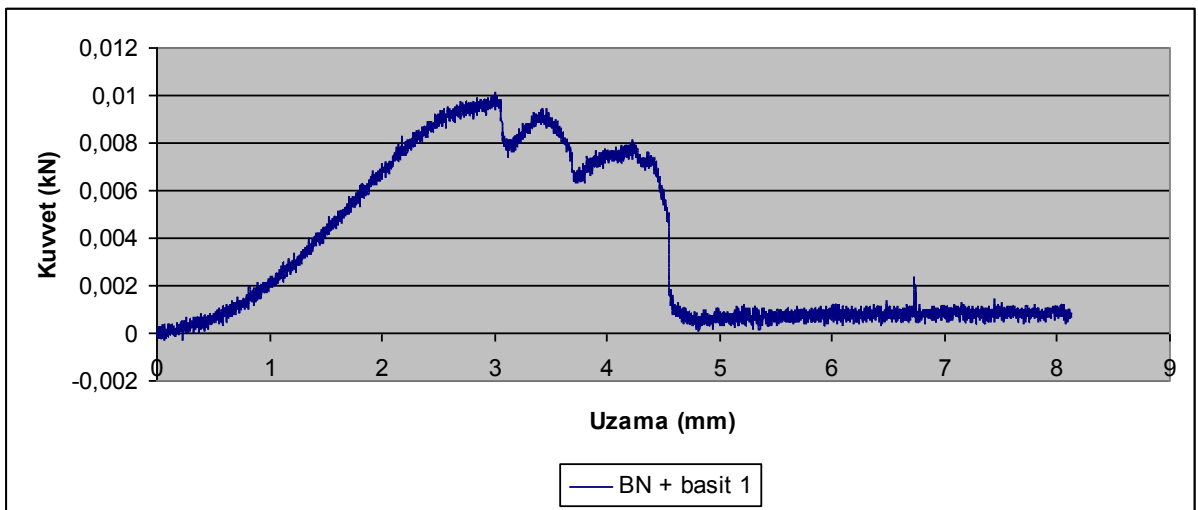


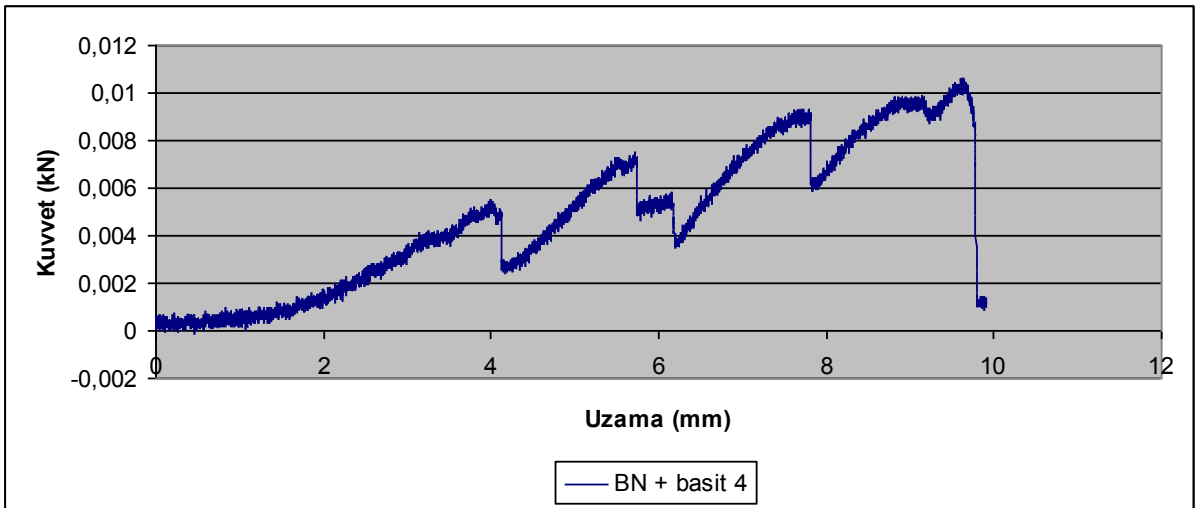
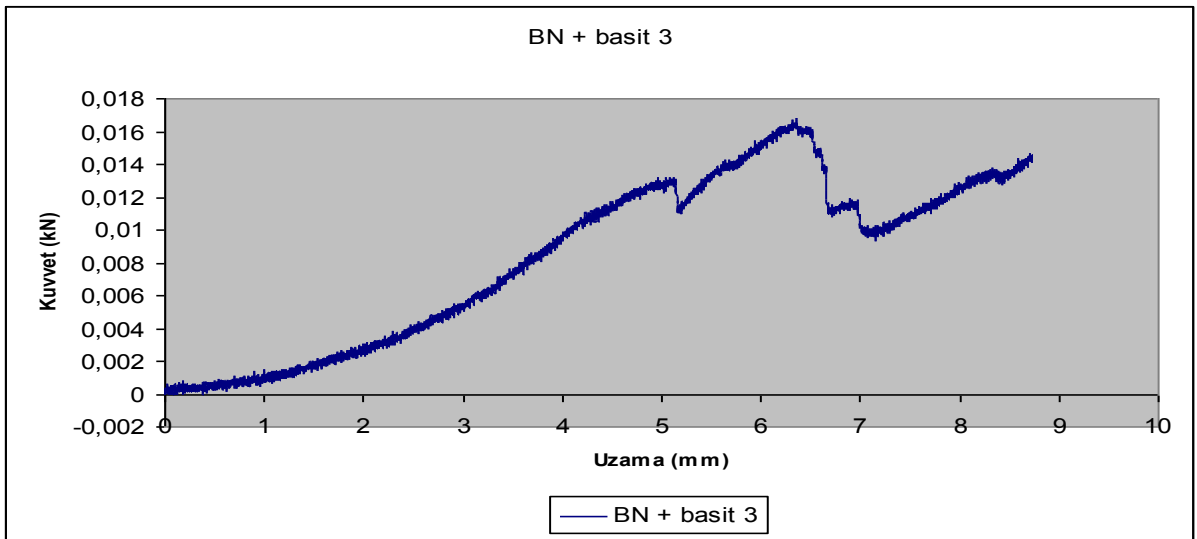
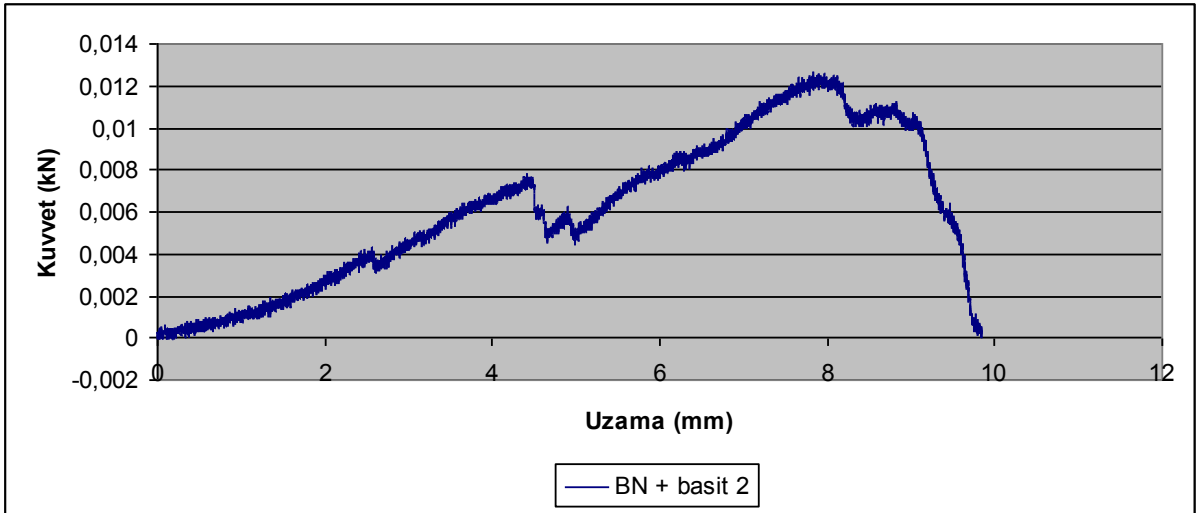


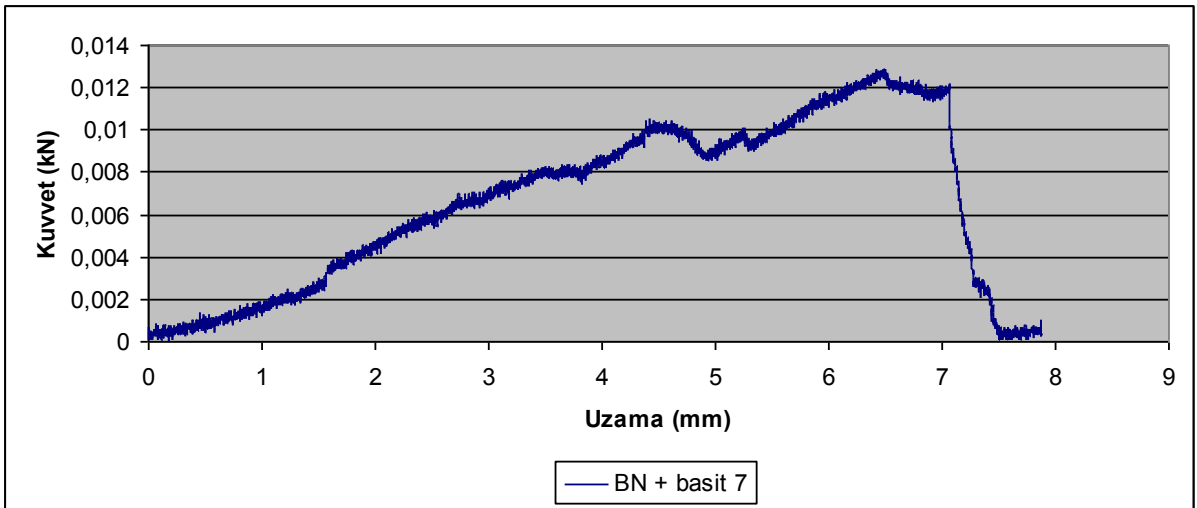
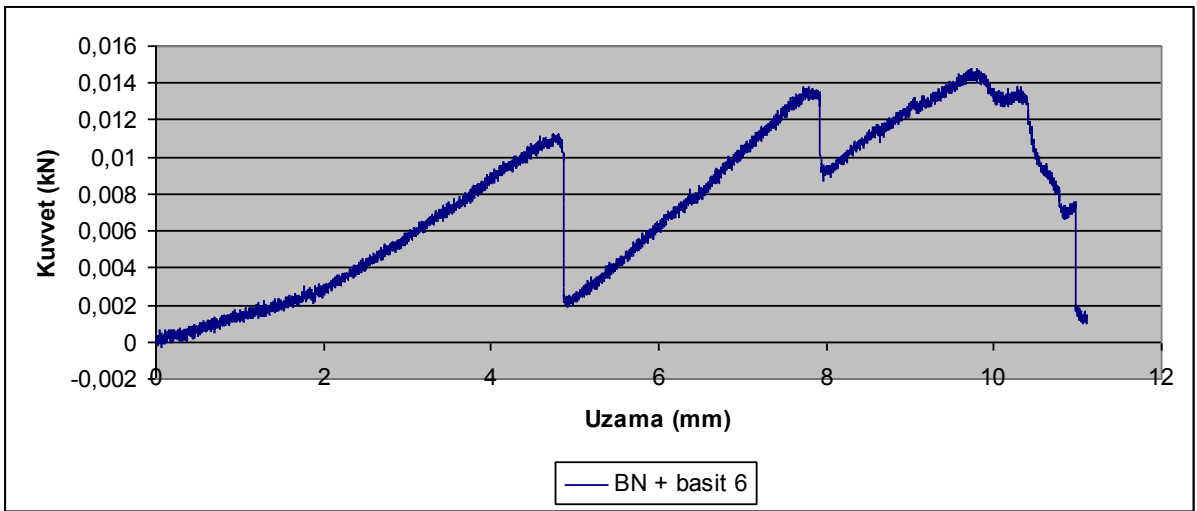
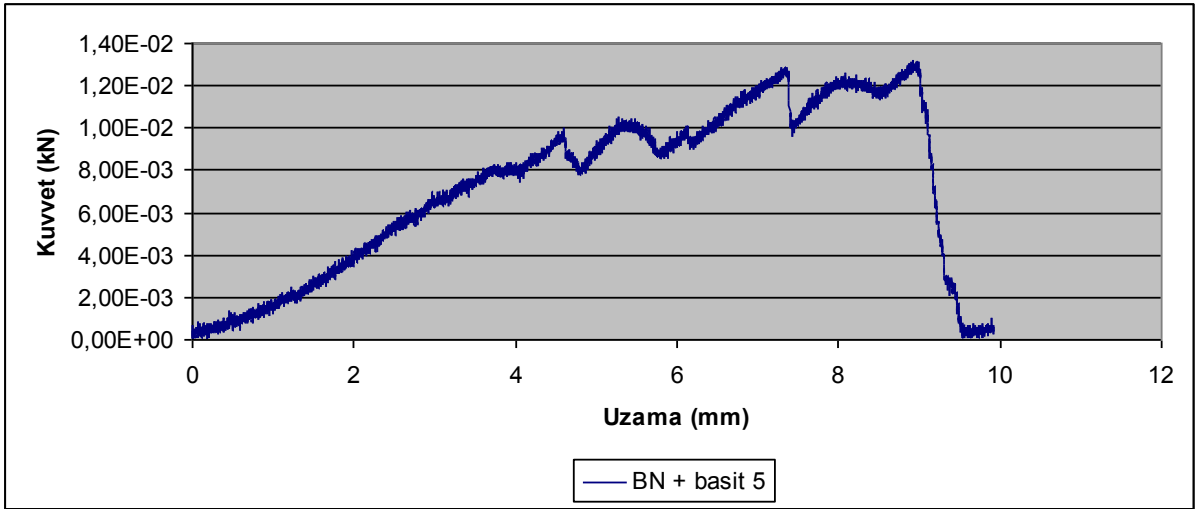


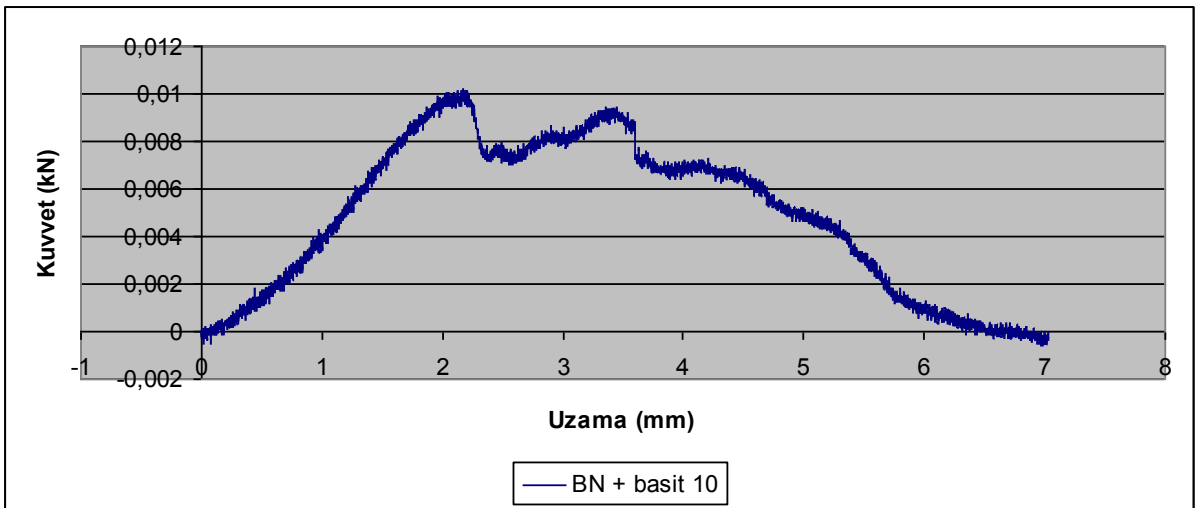
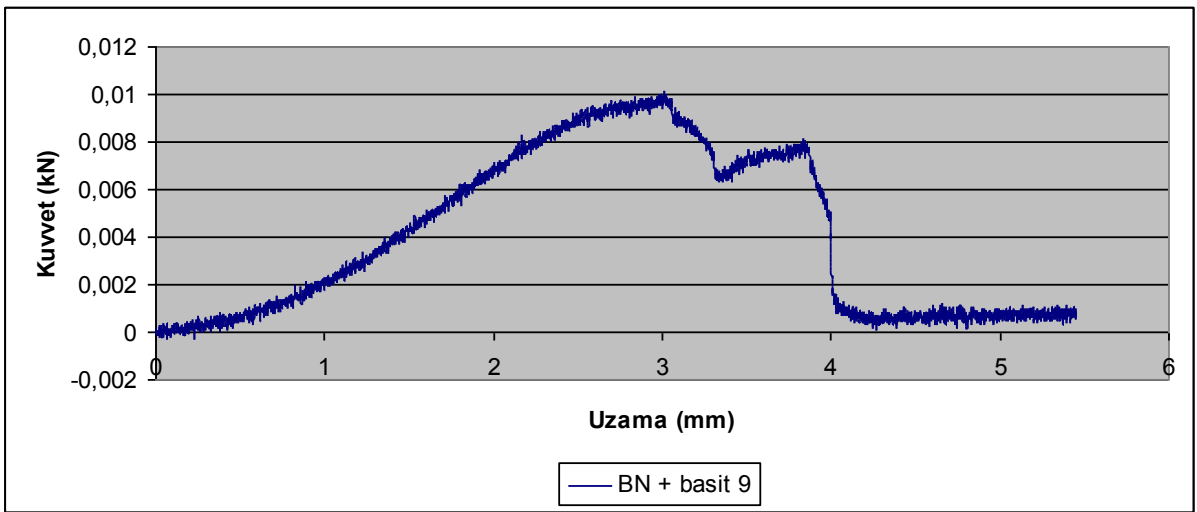
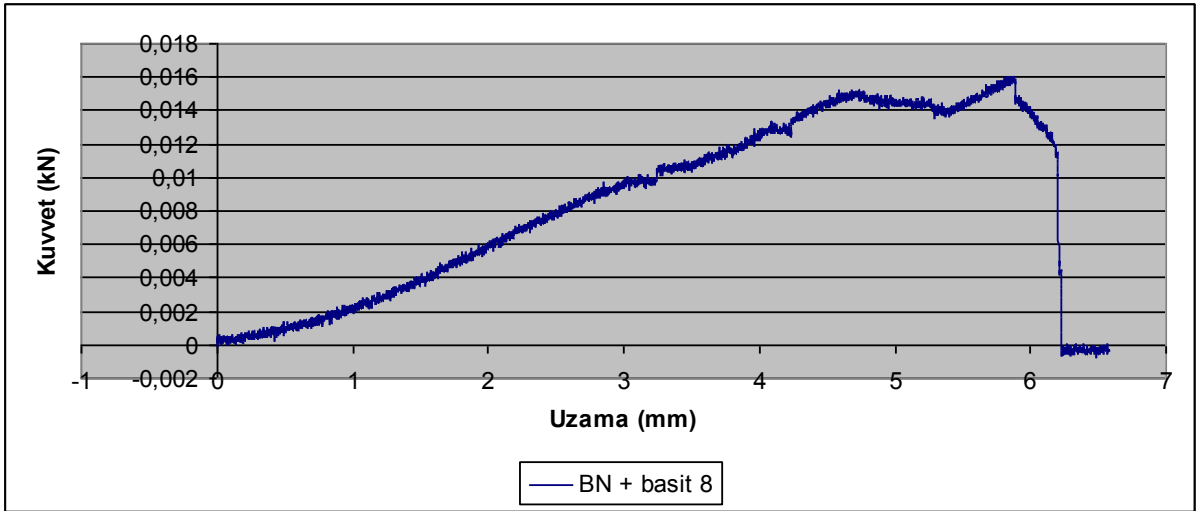


Grup 3 Grafikleri

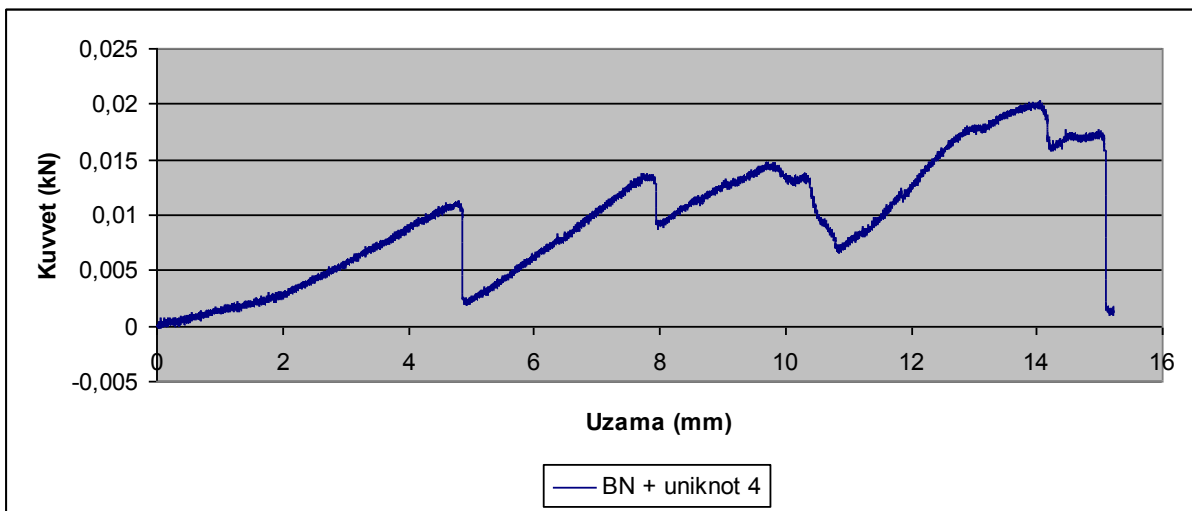
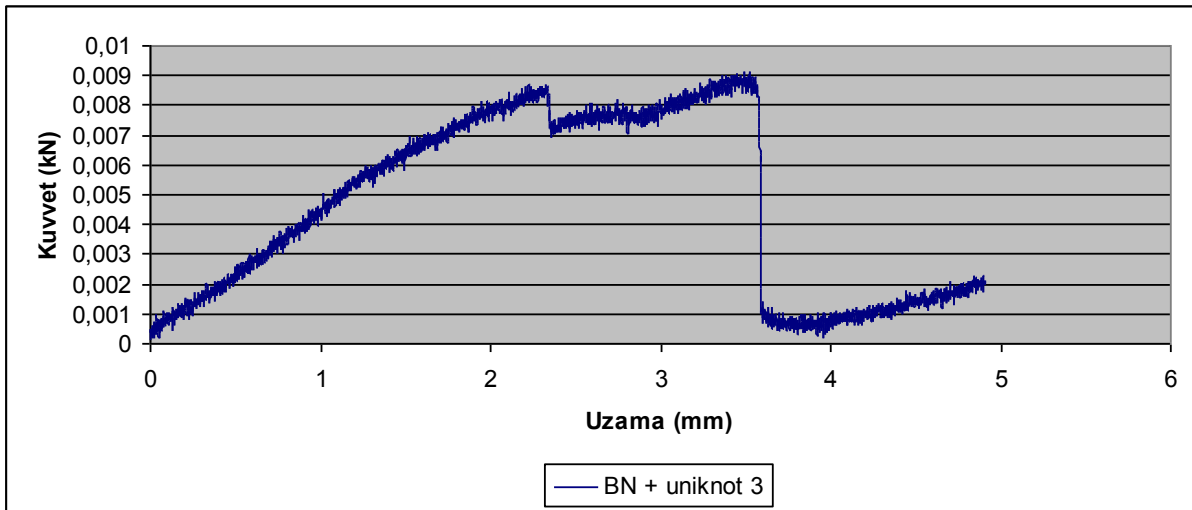
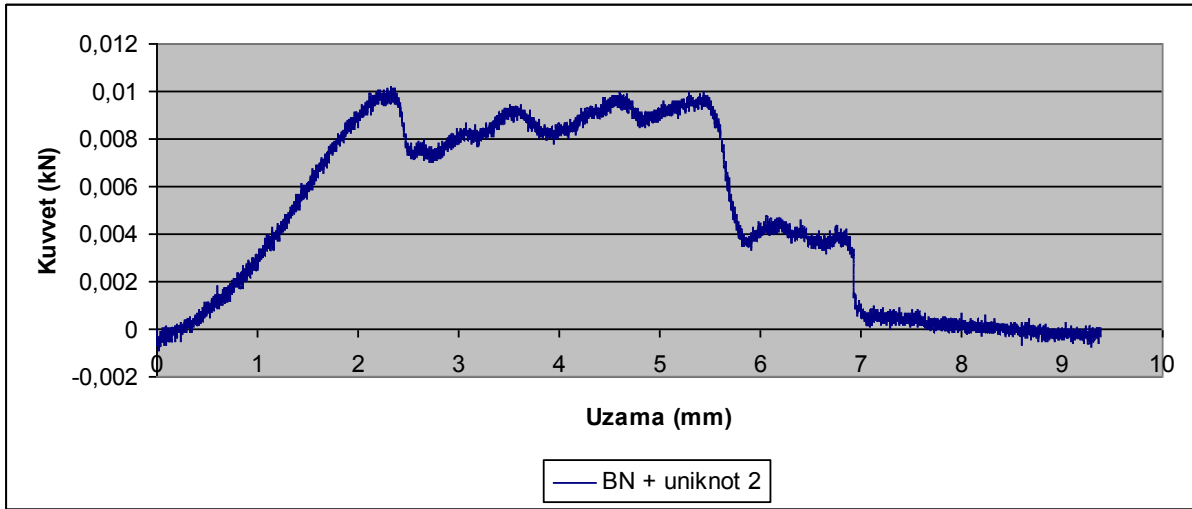


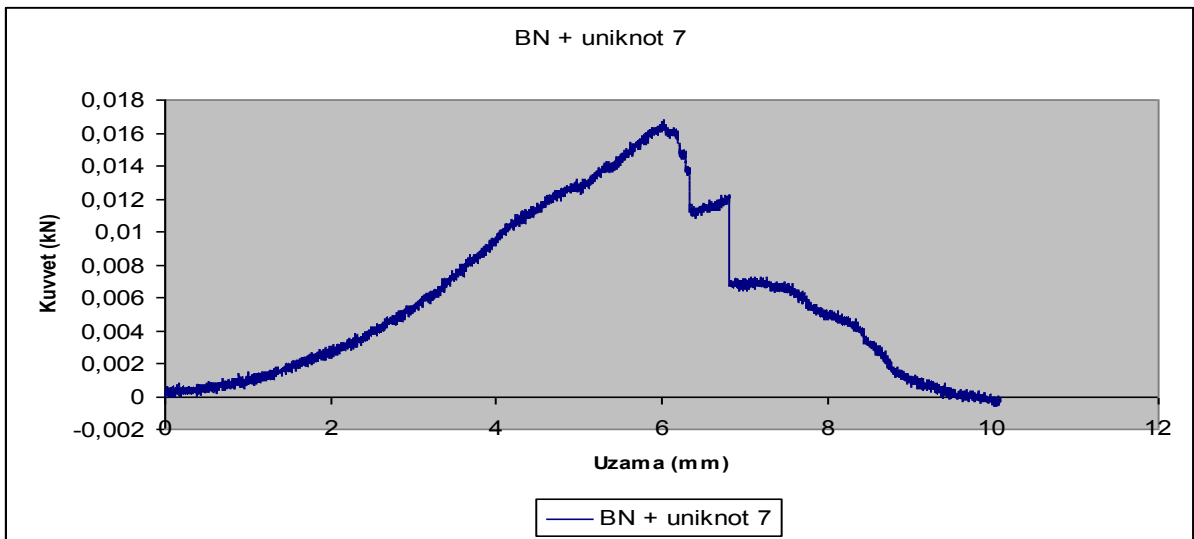
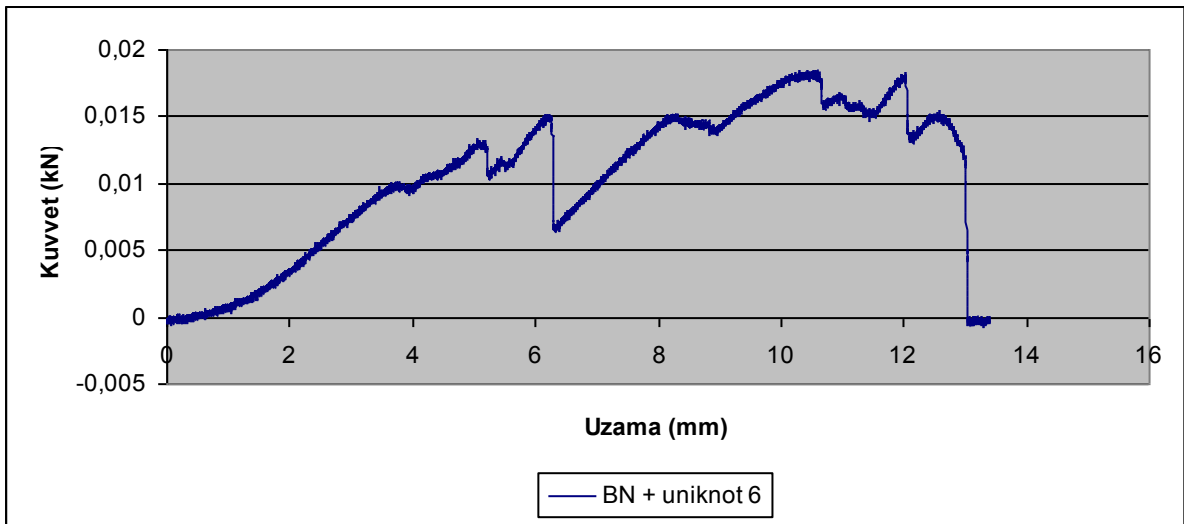
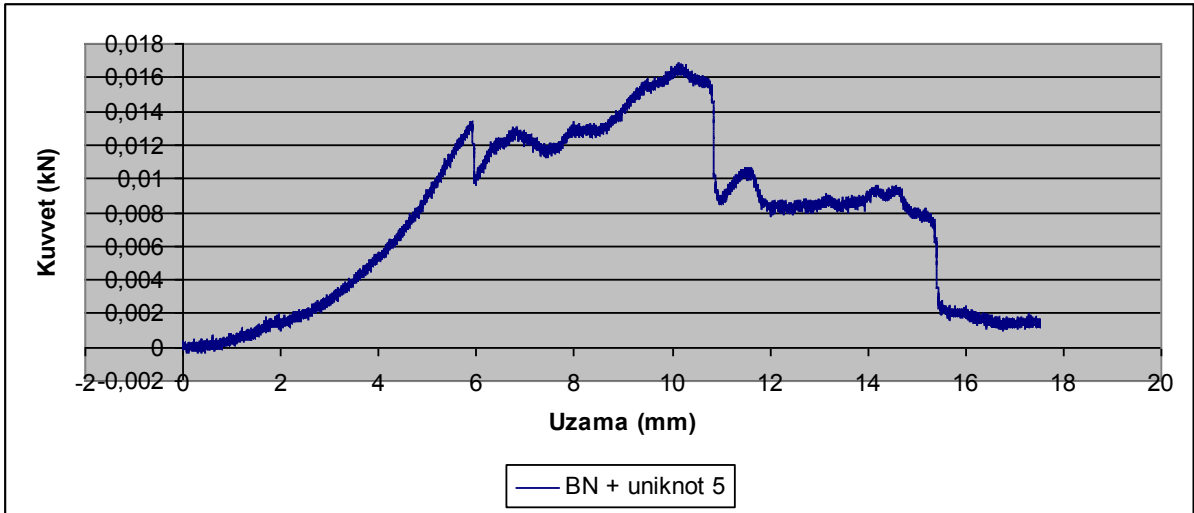


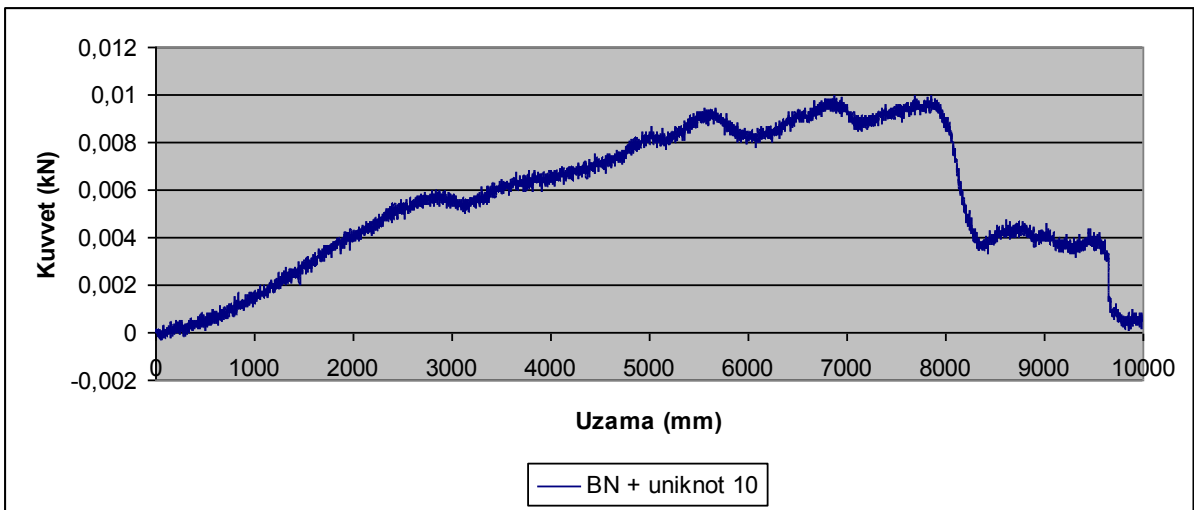
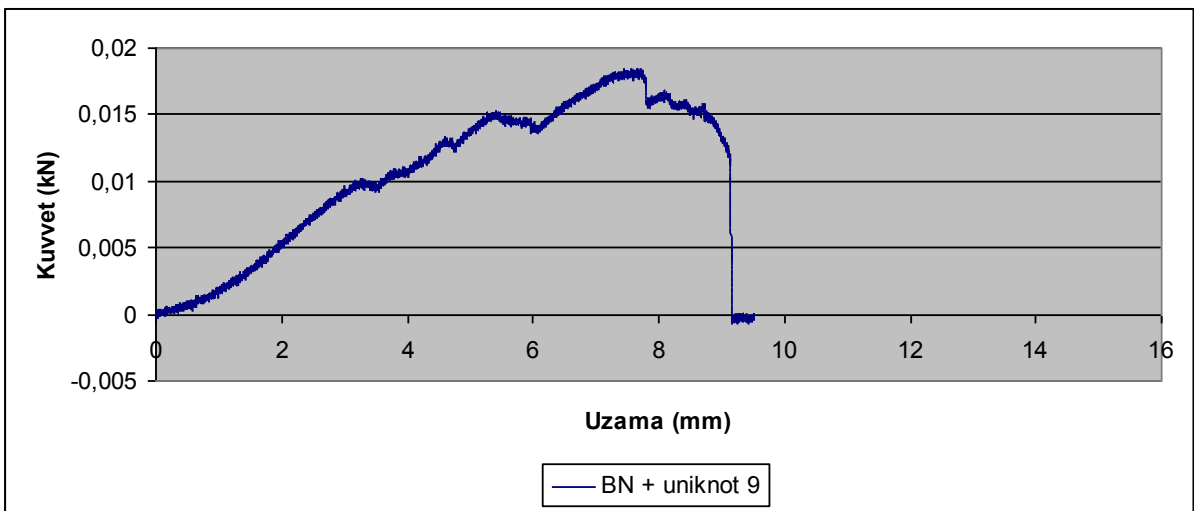
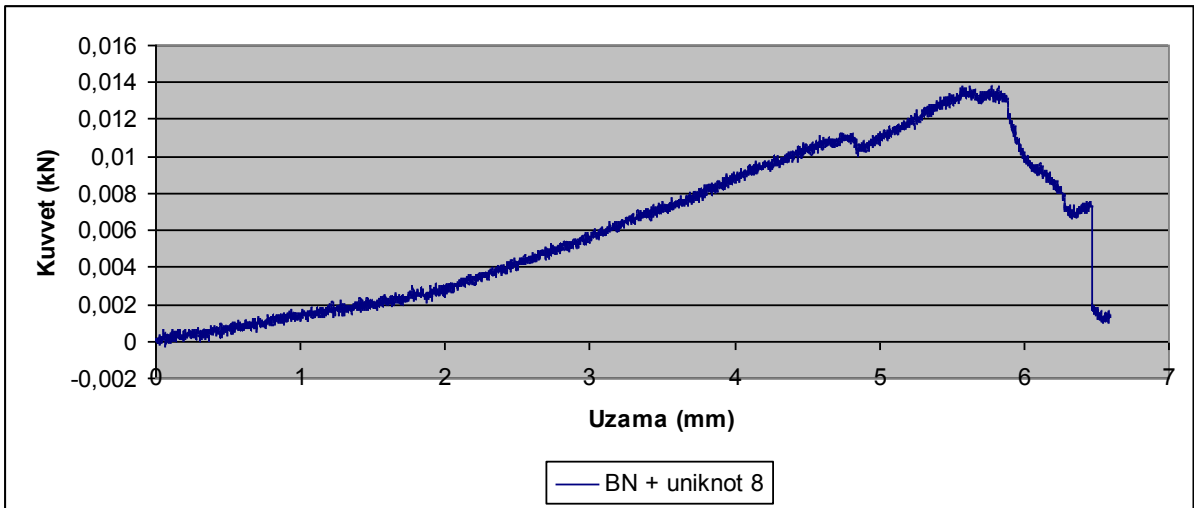




Grup 4 Grafikleri







4.2. İSTATİSTİKSEL BULGULAR

Grupların ortalama değerlerine bakıldığında Uniknot ile bağlanan tendonların ortalama kopma kuvvetlerinin basit bağlama uygulanan tendonlara oranla daha yüksek olduğu fakat 1mm ve 2mm uzama kuvvetlerinde fazla fark olmadığı görülüyor. Ayrıca Bunnel tekniği kullanılanlar ile modifiye Kessler tekniği kullanılanların kopma kuvvetleri arasındaki ciddi farklılık göze çarpıyor(Tablo-1).

İstatistiksel olarak değerlendirme amacıyla grupları ikili olarak karşılaştıran non-parametrik bir test olan Mann Withney testi kullanıldı. Modifiye Kessler tekniği ile onarılan tendonlarda basit ve uniknot düğümlerinin arasında anlamlı fark saptanmadı. Bunnel tekniği ile onarılan tendonlarda uniknot düğümünün, basit düğüme göre, kopma kuvveti açısından anlamlı derecede yüksek değerlere ulaştığı fakat 1mm ve 2mm uzama kuvvetlerinde anlamlı fark olmadığı ortaya ıktı. Bunnel ve modifiye Kessler tekniklerini karşılaştığımızda ise yine kopma kuvvetlerinde Bunnell tekniğinin, modifiye Kessler'e göre anlamlı derecede yüksek olduğu görülürken uzama kuvvetlerinde anlamlı fark saptanmadı(Tablo-2).

GRUP	DENEK	MAX Kuvvet (N)	Kuvvet / 1mm	Kuvvet / 2mm
Grup 1	1	6,53	0,94	1,87
	2	8,72	2,09	3,18
	3	5,25	2,72	4,09
	4	4,25	1,18	3,37
	5	7,78	1,87	5,06
	6	7,84	1,95	3,14
	7	7,92	2,07	3,31
	8	10,02	1,93	6,81
	9	8,72	4,53	7,68
	10	9,12	1	3,56
Grup 2	1	7,76	0,93	3,06
	2	10,09	1,25	3,12
	3	5,63	0,66	1,02
	4	7,31	2,42	3,56
	5	9,19	3,16	7,62
	6	8,22	2,84	5,54
	7	8,81	1,25	3,28
	8	8,72	1	3,06
	9	10,43	0,68	1,37
	10	7,78	1,81	4,81
Grup 3	1	10,13	1,93	6,81
	2	12,66	1	2,62
	3	16,78	1,12	2,56
	4	10,63	0,68	1,37
	5	13,19	1,62	3,68
	6	14,75	1,18	3,12
	7	12,68	1,56	4,62
	8	16,06	2,25	6
	9	9,87	1,93	6,81
	10	9,93	3,37	9,24
Grup 4	1	9,5	3,87	5,78
	2	10,22	2,62	8,81
	3	9,12	4,5	7,81
	4	20,41	1,18	2,93
	5	16,88	0,78	1,18
	6	18,5	0,97	3,5
	7	16,68	1,12	2,56
	8	13,56	1,18	3
	9	18,18	1,93	5,37
	10	9,81	1,87	5,06

Tablo-1: Biyomekanik ölçümler

		Max Kuvvet (N)	Kuvvet / 1mm(N)	Kuvvet / 2mm(N)
Grup 1 (mk+basit)	Ortalama	7,6150	2,0280	4,2070
	Minimum	4,25	0,94	1,87
	Maksimum	10,02	4,53	7,68
	Std. Sapma	1,78748	1,04055	1,79991
Grup 2 (mk+uniknot)	Ortalama	8,3940	1,6000	3,6440
	Minimum	5,63	0,66	1,02
	Maksimum	10,43	3,16	7,62
	Std. Sapma	1,39677	0,91114	1,94124
Grup 3 (bn+basit)	Ortalama	12,6680	1,6640	4,6830
	Minimum	9,87	0,68	1,37
	Maksimum	16,78	3,37	9,24
	Std. Sapma	2,55912	0,77082	2,46624
Grup 4 (bn+uniknot)	Ortalama	14,2860	2,0020	4,6000
	Minimum	9,12	0,78	1,18
	Maksimum	20,41	4,50	8,81
	Std. Sapma	4,34066	1,28329	2,41849

Tablo-2: Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi

Tüm gruplarda onarım süresi kronometre yardımıyla ölçüldü. Bu ölçümlerde uniknot uygulanan gruplarda anlamlı şekilde sürenin uzadığı görüldü. Aynı şekilde Bunnell tekniğinin uygulama süresi, modifiye Kessler'e oranla daha uzundu.

Grup	Ortalama Süre (sn)
1 (MK + basit)	22,4
2 (MK + uniknot)	38,9
3 (Bn + basit)	37,6
4 (Bn + uniknot)	50,3

Tablo-3: Grupların ortalama onarım süreleri

5. TARTIŞMA

Tendon yaralanmaları El Cerrahisinin en sık karşılaştığı travmadır. Bu nedenle günümüze kadar birçok tedavi yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemler onarım tekniklerinin çeşitliliğinden, rehabilitasyon sürecinde izlenen yolların çeşitliliğine kadar uzanır. Bugün bile halen çok sayıda çalışma yapılmakta ve yeni onarım teknikleri ve postoperatif rehabilitasyon alternatifleri sunulmaktadır.

Tedavide rehabilitasyon, cerrahinin tamamlayıcısı olarak görülmelidir. Rehabilitasyon sürecini göz ardı etmek, cerrahinin başarısızlığını kesinleştirecektir. İyi bir tendon onarımı için atravmatik çalışılması, tendon kılıfının onarılması, dikiş hattında aralık bırakılmaması, uygun suture tekniğinin kullanılması, uygun immobilizasyon ve erken kontrollü hareketin uygulanması gerekmektedir. Bu konuda hasta mutlaka bilgilendirilmeli ve tedaviye aktif olarak katılımı sağlanmalıdır.

Onarım sonrasında rehabilitasyon konusunda ilk çalışmalar 1970'li yılların sonlarında Duran, Lister, Strickland ve Glogovac tarafından yapıldı^{21,22,23}. Gelberman ve arkadaşları erken pasif egzersizlerin; hızlı iyileşme, daha az adezyon, artmış ekssürsion, daha iyi perfüzyon ve minimum onarım alanı deformitesi konusunda fayda sağladığını gösterdiler^{24,25,26}. Buna ek olarak Hitchcock ve Aoki, ilk üç haftada kontrollü aktif egzersizin suture alanı üzerinde yarattığı etkiyle dayanıklılığı arttırdığını gösterdi^{27,28,29}. Bu çalışmaların ışığında ortaya çıkan çağdaş görüş, onarım sonrasında ilk günlerde pasif egzersiz ile başlayıp, hastaya göre en kısa zamanda kontrollü aktif egzersize geçmek yönündedir.

Bazı eksternal modaliteler de tendon iyileşmesinde faydalı olabileceği düşünülerek çalışmalara dahil edilmiştir. Gan ve Roberts, ultrasonun, Fujika direkt elektrik akımının, Greenough ise elektromanyetik alanların faydasını kanıtlamaya çalışmışlardır^{30,31,32,33}. Fakat bu yöntemlerin hiçbirisi geniş kullanım alanına sahip olamamışlardır.

Tendon onarımından sonra yapışıklık ve kopma karşılaşılan en önemli iki sorundur. Flekör tendon yaralanması ve onarımından sonra kaymayı önleyici yapışıklıkların oluşmasında, iyileşme sırasında kollajen sentez hızı önemli rol oynamaktadır ve buna bağlı olarak daha az veya daha çok yapışıklık

olmaktadır. Adezyonların sebebi primer travma alanı olabileceği gibi operasyona bağlı sekonder etkilerde buna neden olabilir. Tendon iyileşmesi sırasında yapışıklıkların önlenmesi için birçok biyokimyasal ajan ve interpozisyonel materyaller ile çalışmalar yapılmıştır¹⁹⁻²⁰.

Douglas, Lindsay ve Walker antihistaminiklerin; Ketcum ise steroid preparatlarının adezyonları önleme potansiyellerini incelemiştir^{34,35,36}. Non-steroid anti inflamatuvarlar bu amaçla bazı çalışmalara konu olmuştur. Kulick ve arkadaşları ibuprofenin etkisini araştırırken; Corstedt, Szabo ve Younger, hücresele düzeyde siklooksijenaz inhibisyonu amacıyla prostaglandin sentez blokörlerini kullanmıştır^{37,38,39,40,41}. Peacock ise betaaminopropionitrilin bu konuda etkisi üzerine eğilmiştir^{42,43}. Bu konuda üzerine en çok araştırma yapılan grup ise hyaluronik asit türevleridir. Fakat diğer medikal ajanlar gibi bu grup da kalıcı ve geniş kullanım alanı bulamamıştır^{44,45,46,47,48,49,50}.

Strickland, ideal primer fleksör tendon onarımını altı madde ile tanımlamıştır⁵¹.

- Sütür kolayca tendonun içinde gizlenebilir olmalı.
- Güvenli düğümlerle sabitlenmeli
- Tendon onarım bölgesinde çıkıntı olmamalı
- Onarım alanında minimal aralık olmalı
- Tendon beslenmesi minimal zararlanmalı
- Erken kontrollü harekete izin verecek kadar kuvvetli bir onarım olmalı

Urbaniak, Kamanduri, Savage, Risitano, Silfverskiöld, Anderson, Shaieb, Singer ve Strickland, fleksör tendon onarımının sağlamlığının, sütürün tendon onarım bölgesinden kaç kez geçtiği ile çok ciddi pozitif korelasyonu olduğunu göstermiştir^{52,53,54,55,56,57,58,59,60}. Lee, Robertson, Al-Quattan ve Strickland 4-geçişli tekniği tanımlamış ve bu tekniğin 2-geçişli tekniğe göre iki kat fazla dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir^{58,60,61,62,63}. Mc Larney ise krusiyat 4-geçişli tekniği tanımlayarak ideal tendon onarımına bir adım daha yaklaşmıştır⁶⁴. Savage, Risitano, Lim, Tsai, Sandow, McMahon, Kusano, Wagner ve Thurman ise 6-geçişli tekniği, Silva ise 8-geçişli teknik üzerinde çalışmışlardır^{54,55,65,66,67,68,69,70}. Bu sırada tekniklerdeki geçiş sayısı arttıkça tendon hasarı artıyor ve iyileşme bölgesinde tendon uçlarının temas ettiği yüzey alanı azalıyor. Bu da geç dönem sonuçlar konusunda şüpheler uyandırıyor.

Trail ve arkadaşları tendon onarımlarından sonra görülen rüptürlerin genellikle düğüm bölgesinden meydana geldiğini bildirmişlerdir^{71,72}. Bu çalışmada ise stres altında oluşan rüptürlerin %72,5 oranında sütürün tendondan ayrılması şeklinde meydana geldiği görüldü. Fakat bu çalışmanın tamamının laboratuvar koşullarında yapıldığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Fleksör tendon onarımlarında core sütürlerinden sonra mutlaka epitendinöz sütürler uygulanmaktadır. Bu sütürler özellikle aralık oluşmasını önler ve onarım hattını düzgün hale getirir. Core sütürlerde olduğu gibi epitendinöz sütürlerde de birçok farklı teknik vardır.

Epitendinöz sütürlerin tendon onarımının tamamlanması sırasında uygulanması ilk olarak Diao tarafından tanımlanmıştır⁷³. Silfverskiöld ve Wade, bu tür sütürlerin onarılmış tendonun dayanıklılığını %10 ile %50 arasında arttırdığını bildirmişlerdir^{56,74,75,76,77,78}. Devamlı kilitli, horizontal mattress intrafiber, Halsted devamlı horizontal mattress, çapraz geçişli ve devamlı basit gibi teknikler farklı cerrahlar tarafından tanımlanmış ve kullanım alanı bulmuştur^{56,74,75,76,78,79,80}. Onarım sırasında kullanılan sütür materyalleri ve onarım teknikleri tedavinin başarısında en önemli yere sahiptir. Bu konuda farklı cerrahların farklı görüşleri birçok yayında savunulmuştur. Günümüzde zon 2 fleksör tendon onarımında çoğu cerrahın kullanmakta olduğu modifiye Kessler tekniği ön planda yer almaktadır. Fakat farklı teknikler üzerine araştırmalar halen devam etmektedir. Bu araştırmalar genel olarak sütürün tendondan geçişi üzerine modifikasyonları içermektedir.

Çalışmamızda ise düğümün bağlanmasında yapılacak modifikasyonlardan yola çıkarak daha güçlü bir onarım hattı sağlanabileceği düşünüldü. Bu konuda denizci düğümlerinin, basit bağlamanın aksine stres karşısında daha da güçlendiği bilgisine ulaşıldı. Mekanik olarak yapılan incelemelerde bunun istatistiksel fark yaratacak kadar olmadığını fakat ortalama kopma kuvvetlerinde fark yarattığı sonucuna varıldı. Geleneksel teknikler olarak çalışmaya katılan Bunnell ve modifiye Kessler arasında yapılan ölçümlerde Bunnell tekniğinin istatistiksel olarak anlamlı derecede daha güçlü onarımlar oluşturduğu görüldü. Rüptürlerin yüksek oranda sütürün tendondan ayrılması şeklinde olduğu düşünülürse, Bunnell tekniğinde sütürün tendondan iki kat fazla geçiyor olmasının bu farkı yarattığı sonucuna varıldı.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tavuk ayaklarında 3. parmak FDP tendonlarında yapılan çalışmamızda;

1. Uniknot bağlama yöntemi kullanılan onarımların, basit bağlama kullanılan yöntemlere oranla kopmaya neden olan kuvvetler bazında gözle görülür bir şekilde daha yüksek değerlerde olduğu görülmesine rağmen istatistiksel olarak bu fark anlamlı bulunmadı. 1mm ve 2mm uzama yaratan kuvvetler arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.
2. Bunnell yöntemi ile onarılan tendonların modifiye Kessler yöntemi ile onarılan tendonlara oranla kopmaya neden olan kuvvetler bazında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek değerlere ulaştığı görüldü. 1mm ve 2mm uzama yaratan kuvvetler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.
3. Tendon onarımları sonrasında oluşan rüptürlerin %72,5'inin sütür materyalinin tendondan ayrılması şeklinde olduğu görüldü. Buna bağlı olarak Bunnell gibi sütürün tendondan daha fazla geçtiği onarım tekniklerinin dayanıklılıklarının daha yüksek olduğu düşünülebilir.
4. Özellikle uniknot'un kullanıldığı onarımlarda istatistiksel olarak anlamlı şekilde onarım süresinin uzadığı görülmektedir.

Çalışmamızda uniknot bağlama tekniğinin avantajlarından daha çok Bunnell tekniğinin avantajları ortaya çıkmıştır. Uniknot özellikle onarım süresinin uzunluğu nedeniyle bir dezavantaj sahibi olsa da, uygulama sayısı arttıkça bu sürenin daha kısılacacağı düşünülmektedir. Bunnell tekniği ise çok açık şekilde üstünlüğünü ortaya koymuştur.

Biz bu çalışmamızda tendonların ameliyat sonrası dönemde iyileşme gücünü arttırmak için sadece sütürün tendondan geçişine bağlı teknikleri incelemekle kalmayarak, basit bağlamaya bir alternatif oluşturma yoluna gittik. Bu şekilde daha dayanıklı onarım hatları yaratılması, postoperatif rüptürlerin önlenmesi ve kontrollü aktif hareketlere güvenli şekilde erken dönemde başlanması mümkün olacaktır. Erken dönemde aktif harekete başlamak ise hastaların ikinci kez opere olmalarını engeyecek, hem sosyal hem de ekonomik açıdan fayda sağlayacaktır.

7. ÖZET

Fleksör tendon onarımları geçmişten günümüze her dönemde farklı bakış açıları ve farklı yöntemlerle tedavi edilmiştir. Sayısız cerrah, bu onarım yöntemlerine yenilerini eklemiştir. Her defasında daha güçlü onarım, daha erken rehabilitasyon amaçlanmıştır. Bu süreçte en önemli sorunlar onarım sonrası kopmalar ve yapışıklıklar olmuştur. Yapışıklıkların engellenmesi için erken aktif egzersizin kritik önemi vardır. Fakat güçlü bir onarım yapılmadığı takdirde kopmalar önlenemeyecektir.

Çalışmamızda postoperatif kopmaları en aza indirmek amacıyla bir denizci düğümü olan uniknot'u geleneksel yöntemlerle kombine ederek, basit bağlama ile karşılaştırdık. Uniknot ve basit bağlama, Bunnell ve modifiye Kessler metodları ile kombine edilmiş ve bu şekilde dört grup oluşturuldu. Her grup için on tendon onarımı yapıldı ve Shimadzu AG-IS (100kN) çekme cihazı ile kopma kuvvetleri, 1mm ve 2mm uzamaya neden olan kuvvetler ölçüldü. Trapezium programı kullanılarak bu değerler grafiklere döküldü. SPSS 15.0 programı kullanılarak düzenlendi ve Mann-Whitney testi ile istatistiksel değerlendirme yapıldı.

2-3 aylık Ross tipi tavukların kesilmesi sırasında diz altı bacakları alındı ve buzlu su ile dolu saklama kaplarında korundu. 24 saat içerisinde 3. parmak FDP'leri laboratuvar şartlarında çıkarıldı, onarımları ve ölçümleri zaman kaybetmeden yapıldı.

Uniknot uygulanan onarımlarda, basit bağlamaya oranla daha yüksek kopma kuvvetlerine ulaşılmasına rağmen istatistiksel olarak bu fark anlamlı bulunmadı. 1mm ve 2mm uzama yaratan kuvvetler arasında ise istatistiksel olarak fark saptanmadı. Bunnell yöntemi ile onarılan tendonların modifiye Kessler yöntemi ile onarılan tendonlara oranla kopmaya neden olan kuvvetler bazında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek değerlere ulaştığı görüldü. 1mm ve 2mm uzama yaratan kuvvetler arasında istatistiksel olarak fark saptanmadı.

Sonuç olarak Uniknot bağlama şeklinin basit bağlamaya üstünlüğünden çok, Bunnell yönteminin modifiye Kessler'e üstünlüğü daha fazla dikkat çekti. Bunun sebebi olarak sütürün tendondan daha fazla geçmesi ve tendonu daha sıkı tutması olarak görüldü. Uniknot ise kullanılabilir bir bağlama şekli olarak cerrahların alternatifleri arasında yerini alabilir ve daha güçlü onarım düşünülen durumlarda kullanılabilir.

8. İNGİLİZCE ÖZET

Comparison of uniknot (a sailor knot) and simple knot on core sutures of tendon repair: Experimental study.

From past to present, there was a lot of views and methods for treating tendon lacerations. Myriad surgeons, added new methods for the aim of stronger repair and earlier rehabilitation. In this process, the significant problems are ruptures and adhesions. Early active exercises have a critic role for avoiding adhesions. But ruptures can exist if repairs are not strong enough.

Uniknot, is a sailor knot, combined with traditional methods and compared with simple knot, in this study. The goal is, decreasing postoperative ruptures. Uniknot and simple knot combined with Bunnell and modified Kessler methods. There are ten tendon repairs in each group. After repairs, tendons' pulling forces of rupture, 1mm and 2mm elongation were measured with Shimadzu AS-IG (100kN), Trapezium program showed datas on grafics. Measurements evaluated with SPSS 15.0 and Mann-Whitney test statistically.

After sacrificing of 2-3 months old Ross type chickens for commercial purposes, legs were taken and saved in a storage box with ice and water in it. In 24 hours, FDP of third finger excised, cutted and repaired at laboratory. Without wasting time, pulling measurements were done.

Repairs with uniknot have higher rates of rupture forces than simple knot's. But these difference is not statistically significant. There is no differences about 1mm and 2mm elongation forces.

Repairs with Bunnell have higher rates of rupture forces than modified Kessler's and this difference is statistically significant also. There is no differences about 1mm and 2mm elongation forces again.

As a result, Bunnell- modified Kessler comparison has more important findings than uniknot-simple knot comparison. Reason of this difference is tightness of Bunnell method because of more crossing the tendon with suture material. Uniknot can be a good alternative for surgeons when stronger repair of tendon is necessary.

9. KAYNAKLAR

1. Strickland JW. Development of flexor tendon surgery: twenty-five years of progress. *J Hand Surg.* 2000; 25:214–35.
2. Strickland JW. Flexor tendon surgery. Part 1: Primary flexor tendon repair. *J Hand Surg.* 1989; 14:261–72.
3. Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC. *Green's Operative Hand Surgery* (ed). Churchill Livingstone.1999; 1851–1949.
4. Netter FH. *Netter İnsan Anatomisi Atlası* (3th). Ciba Medical Education, 2005.
5. Verdan CE. Half a century of flexor-tendon surgery. Current status and changing philosophies. *J Bone Joint Surg.* 1972; 54:472–491.
6. Armenta E, Lehrman A. The vincula to the flexor tendons of the hand. *J Hand Surg.* 1980; 5:127–134.
7. Tang JB, Wang YH, Gu YT, Chen F. Effect of pulley integrity on excursions and work of flexion in healing flexor tendons. *J Hand Surg.* 2001; 26:347–453.
8. Boyer MI, Meunier MJ, Lescheid J, Burns ME, Gelberman RH, Silva MJ. The influence of cross-sectional area on the tensile properties of flexor tendons. *J Hand Surg.* 2001; 26:828–832.
9. Strickland JW. Management of acute flexor tendon injuries. *Orthop Clin North Am.* 1983; 14:827–849.
10. Schneider LH. Tenolysis and capsulectomy after hand fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1996; 327:72–78.
11. Silva MJ, Brodt MD, Boyer MI, Morris TS, Dinopoulos H, Amiel D, et al. Effects of increased in vivo excursion on digital range of motion and tendon strength following flexor tendon repair. *J Orthop Res.* 1999; 17:777–783.
12. Gelberman RH, Boyer MI, Brodt MD, Winters SC, Silva MJ. The effect of gap formation at the repair site on the strength and excursion of intrasynovial flexor tendons. An experimental study on the early stages of tendon-healing in dogs. *J Bone Joint Surg Am.* 1999; 81:975–982.

13. Sirotakova M, Elliot D. Early active mobilization of primary repairs of the flexor pollicis longus tendon with two Kessler two-strand core sutures and a strengthened circumferential suture. *J Hand Surg.* 2004; 29:531–535.
14. Sirotakova M, Elliot D. Early active mobilization of primary repairs of the flexor pollicis longus tendon. *J Hand Surg.* 1999; 24:647–653.
15. Zhao C, Amadio PC, Zobitz ME, An KN. Resection of the flexor digitorum superficialis reduces gliding resistance after zone II flexor digitorum profundus repair in vitro. *J Hand Surg.* 2002; 27:316–321.
16. Tang JB, Wang B, Chen F, Pan CZ, Xie RG. Biomechanical evaluation of flexor tendon repair techniques. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 386:252–259.
17. Zhao C, Amadio PC, Zobitz ME, An KN. Gliding characteristics of tendon repair in canine flexor digitorum profundus tendons. *J Orthop Res.* 2001; 19:580–586.
18. Farkas LG, Thomson HG, Martin R. Some practical notes on the anatomy of the chicken toe for surgeon investigators. *Plast Reconstr Surg.* 1974; 54:452–458.
19. Strickland JW. Flexor Tendon Acute Injuries. In: Green DP, ed. *Green's Operative Hand Surgery.* Philadelphia, Pennsylvania PA: Churchill Livingstone, 199; 1851–1897.
20. Moro-oka T, Miura H, Mawatari T, Kawano T, Nakanishi Y, Higaki H, et al. Mixture of hyaluronic acid and phospholipid prevents adhesion formation on the injured flexor tendon in rabbits. *J Orthop Res.* 2000; 18:835–840.
21. Duran RJ, Houser RG, Coleman CR, Stover MG. Management of flexor tendon lacerations in zone 2 using controlled passive motion postoperatively. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, eds. *Tendon surgery in the hand.* St Louis: CV Mosby, 1978: 178-182.
22. Lister GD, Kleinert HE, Kutz JE, Atasoy E. Primary flexor tendon repair followed by immediate controlled mobilization. *J Hand Surg* 1977;2: 441-451.

23. Strickland JW, Glogovac SC. Digital function following flexor tendon repair in zone 2: a comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. *J Hand Surg* 1980;5: 537-543.
24. Gelberman RH, Goldberg V, An KN, Banes A. Tendon. In: Woo SLY, Buckwalter JA, eds. *Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues*. Park Ridge, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1988:5-40.
25. Gelberman RH, Woo SLY, Lothringer K, Akeson WH, Amiel D. Effects of intermittent passive mobilization on healing canine flexor tendons. *J Hand Surg* 1982;7: 170-175.
26. Gelberman RH, Woo SLY, Amiel D, Horibe S, Lee D. Influences of flexor sheath continuity and early motion on tendon healing in dogs. *J Hand Surg* 1990;15A:69-77.
27. Aoki M, Kubota H, Pruitt DL, Manske PR. Biomechanical and histological characteristics of canine flexor repair using early postoperative mobilization. *J Hand Surg* 1997;22A: 107-114.
28. Aoki M, Manske PR, Pruitt DL, Kubota H, Larson BJ. Work of flexion after flexor tendon repair according to the placement of sutures. *Clin Orthop* 1995;320:205-210.
29. Aoki M, Manske PR, Pruitt DL, Larson BJ. Work of flexion after tendon repair with various suture methods. A human cadaveric study. *J Hand Surg* 1997;22A:464-472.
30. Gan BS, Huys S, Sherebin MS, Scillely CG. The effects of ultrasound treatment on flexor tendon healing in the chicken limb. *J Hand Surg* 1995;20B: 809-814.
31. Roberts M, Rutherford JH, Harris D. The effects of ultrasound on flexor tendon repairs in the rabbit. *Hand* 1982;14: 17-20.
32. Fujita M, Hukuda S, Doida Y. The effect of constant direct electrical current on intrinsic healing in the flexor tendon in vitro. An ultra-structural study of differing attitudes in epitenon cells and tenocytes. *J Hand Surg* 1992;17B: 94-98.
33. Greenough CG. The results of pulsed electromagnetic fields on flexor tendon healing in the rabbit. *J Hand Surg* 1996;21B: 808-812.
34. Douglas LG, Jackson SH, Lindsay WK. The effect of dexamethasone, norethandrolone, promethazine and a tension-relieving procedure on collagen synthesis in healing flexor tendons as estimated by tritiated proline uptake studies. *Can J Surg* 1967;10: 36-46.
35. Lindsay WK, Walker FG. The effect of an antihistamine (promethazine) on digital flexor tendon healing in the chicken. *Plast Reconstr Surg* 1961;28: 634-648.

36. Ketchum LD. The effects of triamcinolone on tendon healing and function: a laboratory study. *Plast Reconstr Surg* 1971; 47: 471-482.
37. Kulick MI, Brazlow R, Smith S, Hentz VR. Injectable ibuprofen: preliminary evaluation of its ability to decrease peritendinous adhesions. *Ann Plast Surg* 1984; 13: 459-467.
38. Kulick MI, Smith S, Hadler K. Oral ibuprofen: evaluation of its effect on peritendinous adhesions and the breaking strength of a tenorrhaphy. *J Hand Surg* 1986; 11A: 110-120.
39. Carlstedt CA. Mechanical and chemical factors in tendon healing: effects of indomethacin and surgery in the rabbit. *Acta Orthop Scand Suppl* 1987; 224: 1-75.
40. Carlstedt CA, Madsen K, Wredmark T. The influence of indomethacin on biomechanical and biochemical properties of the plantaris longus tendon in the rabbit. *Arch Orthop Trauma Surg* 1987; 106: 157-160.
41. Szabo RM, Younger E. Effects of indomethacin on adhesion formation after repair of zone 2 tendon lacerations in the rabbit. *J Hand Surg* 1990; 15A: 480-483.
42. Peacock EE, Madden JW. Some studies of the effects of beta-aminopropionitrile in patients with injured flexor tendons. *Surgery* 1969; 66: 215-223.
43. Peacock EE, Madden JW, Trier WC. Postoperative recovery of flexor tendon function. *Am J Surg* 1971; 122: 686-692.
44. Amiel D, Ishizue K, Billings E. Hyaluronan in flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1989; 14A: 837-843.
45. Frykman E, Jacobsson S, Widenfalk B. Fibrin sealant in prevention of flexor tendon adhesions: an experimental study in the rabbit. *J Hand Surg* 1993; 18A : 68-75.
46. Hagberg L. Exogenous hyaluronate as an adjunct in the prevention of adhesion after flexor tendon surgery: a controlled clinical study. *J Hand Surg* 1992; 17A : 132-136.
47. Hagberg L, Gerdin B. Sodium hyaluronate as an adjunct in adhesion prevention after flexor tendon surgery in rabbits. *J Hand Surg* 1992; 17A : 935-941.
48. Porat S, Rousso M, Shoshan S. Improvement of gliding function of flexor tendons by topically applied enriched collagen solution. *J Bone Joint Surg* 1980; 62B: 208-213.

49. Salti NI, Tuel RJ, Mass DP. Effect of hyaluronic acid on rabbit profundus flexor tendon healing in vitro. *J Surg Res* 1993; 55: 411-415.
50. St Onge R, Weiss C, Denlinger JL, Balazs EA. A preliminary assessment of Na-hyaluronate injection into “no man’s land” for primary flexor tendon repair. *Clin Orthop* 1980; 146: 269-275.
51. Strickland JW. Flexor tendon injuries: 1. Foundations of treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 1995; 3: 44-54.
52. Urbaniak JD, Cahil JD, Mortenson RA. Tendon suturing methods: Analysis of tensile strengths. In: Hunter JM, Schneider LHY, eds. *Symposium on tendon surgery in the hand*. St Louis: CV Mosby, 1975: 70-80.
53. Komanduri M, Philips CS, Mass DP. Tensile strength of flexor tendon repairs in a dynamic cadaver model. *J Hand Surg* 1996; 21A: 605-611.
54. Savage R. In vitro studies of a new method of flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1985; 10B: 135-141.
55. Savage R, Risitano G. Flexor tendon repair using a “six strand” method of repair and early active mobilization. *J Hand Surg* 1989; 14B: 396-399.
56. Silfverskiöld KL, Andersson CH. Two new methods of tendon repair: an in vitro evaluation of tensile strength and gap formation. *J Hand Surg* 1993; 18A: 58-65.
57. Shaieb MD, Singer DI. Tensile strength of various suture techniques. *J Hand Surg* 1997; 22B: 764-767.
58. Strickland JW. Flexor tendon injuries: 2. Operative technique. *J Am Acad Orthop Surg* 1995; 3: 55-62.
59. Strickland JW. The Indiana method of flexor tendon repair. *Atlas Hand Clin* 1996; 1: 77-103.
60. Strickland JW. Flexor tendons – acute injuries. In: Gren DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, eds. *Green’s operative hand surgery*. 4th ed. New York: Churchill Livingstone, 1999: 1851-1897.
61. Lee H. Double loop locking suture: a technique of tendon repair for early active mobilization. Part 1: evolution of technique and experimental study. *J Hand Surg* 1995; 20A: 801-807.
62. Lee H. Double loop locking suture: a technique of tendon repair for early active mobilization. Part 2: clinical experience. *J Hand Surg* 1990; 15A: 953-958.

63. Robertson GA, Al-Quattan MM. A biomechanical analysis of a new interlock suture technique for flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1992; 17B: 92-93.
64. McLarney E, Hoffman H, Wolfe SW. Biomechanical analyses of the cruciate four strand flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1999; 24A: 295-301.
65. Lim BH, Tsai TM. The six strand technique for flexor tendon repair. *Atlas Hand Clin* 1996; 1: 65-76.
66. Sandow MJ, McMahon MM. Single cross-grasp six strand repair for acute flexor tenorrhaphy: modified Savage technique. *Atlas Hand Clin* 1996;1: 41-64.
67. Kusano N, Yoshizu T, Maki Y. Experimental studies of two new flexor tendon suture techniques for postoperative early active flexion exercises. *J Hand Surg* 1999; 24B: 152-156.
68. Wagner WF, Carroll C, Strickland JW, Heck DA, Toombs JP. A biomechanical comparison of techniques of flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1994; 19A: 979-983.
69. Thurman RT, Trumbel TJ, Hanel DP, Tencer AF, Kiser PK. Two, four and six strand zone 2 flexor tendon repairs: an in-situ biomechanical comparison using a cadaver model. *J Hand Surg* 1998; 23A: 261-265.
70. Silva MJ, Hollstein SB, Fayazi AH, Adler P, Gelberman RH, Boyer MI. The effects of multipl strand suture techniques on the tensile properties of repair of the flexor digitorum profundus tendon to bone. *J Bone Joint Surg* 1998; 80A: 1507-1514.
71. Trail IA, Powell ES, Noble J. An evaluation of suture materials used in tendon surgery. *J Hand Surg* 1989; 14B: 422-427.
72. Trail IA, Powell ES, Noble J. The mechanical strength of various suture techniques. *J Hand Surg* 1992; 17B: 89-91.
73. Diao E, Hariharan JS, Soejima O, Lotz JC. Effect of peripheral suture depth on strength of tendon repairs. *J Hand Surg* 1996;21A: 234-239.
74. Silfverskiöld KL, May EJ, Tornvall AH. Gap formation during controlled motion after flexor tendon repair in zone 2: a prospective clinical study. *J Hand Surg* 1992;17A: 539-546.
75. Silfverskiöld KL, May EJ. Gap formation after flexor tendon repair in zone 2: results with a new controlled motion programme. *Scand J Plast Reconstr Hand Surg* 1993; 27: 263-268.

76. Silfverskiöld KL, May EJ. Flexor tendon repair in zone 2 with a new suture technique and an early mobilization program combining passive and active motion. *J Hand Surg* 1994; 19A: 53-60.
77. Wade PJ, Muir IF, Hutcheon LL. Primary flexor tendon repair: the mechanical limitations of the modified Kesler technique. *J Hand Surg* 1986; 11B: 71-76.
78. Wade PJ, Wetherell RG, Amis AA. Flexor tendon repair: significant gain in strength from the Halsted peripheral suture technique. *J Hand Surg* 1989; 14B: 232-235.
79. Lin GT, An KN, Amadio PC, Cooney WP. Biomechanical studies of running suture for flexor tendons in dogs. *J Hand Surg* 1988; 13A: 553-558.
80. Mashadi ZB, Amis AA. Strength of the suture in the epitenon and within the tendon fibres: development of stronger peripheral suture technique. *J Hand Surg* 1992; 17B: 172-175.