

**T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**SERVİKAL LENFADENOPATİLERDE ULTRASON  
ELASTOGRAFİNİN TANISAL ETKİNLİĞİNİN  
KARŞILAŞTIRILMALI DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ  
Dr. LEYLA ACU**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. SUNA ÖZHAN OKTAR**

**ANKARA  
EYLÜL 2011**

**T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**SERVİKAL LENFADENOPATİLERDE ULTRASON  
ELASTOGRAFİNİN TANISAL ETKİNLİĞİNİN  
KARŞILAŞTIRILMALI DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ  
Dr. LEYLA ACU**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. SUNA ÖZHAN OKTAR**

**ANKARA  
EYLÜL 2011**

## **TEŞEKKÜR**

Uzmanlık eğitimim süresince benden yardım ve desteklerini esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Sedat IŐık, Prof. Dr. Erhan T. Ilgıt, Prof. Dr. E. Turgut Talı, Prof. Dr. Hakan Özdemir, Prof. Dr. Mehmet Araç, Prof. Dr. Öznur L. Boyunağa, Prof. Dr. Cem Yücel, Prof. Dr. Ayőegül Özdemir, Doç. Dr. Baran Önal, Doç. Dr. Suna Özhan Oktar, Doç. Dr. Nil Tokgöz, Doç. Dr. Yusuf Öner, Doç. Dr. Serap Gültekin, Yrd. Doç. Dr. Gonca Erbaş, Uzm. Dr. Hatice Tuna, Uzm. Dr. Murat Uçar, Uzm. Dr. Koray Kılıç ve Uzm. Dr. Koray Akkan'a, birlikte çalıőtığım tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve tüm Radyoloji Anabilim Dalı personeline teşekkürlerimi sunarım.

Gerek uzmanlık eğitimim boyunca, gerekse tezimin hazırlanması sürecinde sonsuz desteği ve sabrından dolayı tez danışmanım sayın Doç.Dr. Suna Özhan Oktar'a en içten teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca, tüm öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

**DR. LEYLA ACU**

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLolar DİZİNİ .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
SEMBOLLER VE KISALTMALAR .....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Ultrasonografi Fiziği .....	4
2.1.1. Ultrasonografinin Tanımı ve Ultrasesin Özellikleri.....	4
2.1.2. Ses ve Doku Arasındaki Etkileşimler .....	8
2.1.3. Ultrasonografi Cihazlarının Yapısı .....	9
2.1.4. Ultrasonografide çözünürlük.....	12
2.1.5. Ultrasonografik Gösterim Metodları (Mod).....	12
2.1.6. Ultrasonografik Artefaktlar .....	13
2.1.7. Doppler Ultrasonografi Fiziği .....	16
2.1.8. Harmonik Görüntüleme .....	21
2.1.9. Bileşik (Compound) Görüntüleme .....	22
2.2. US-Elastografi .....	24
2.2.1. US-Elastografi Fiziği.....	25
2.2.3. US-Elastografinin Kullanım Alanları.....	34
2.3. SERVİKAL LENF NODLARI .....	35
2.3.1. Lenf nodlarının embriyolojisi, yapısı ve işlevi: .....	35
2.3.3. Servikal Lenf Nodu Patolojileri .....	49
2.3.4. Servikal Lenf Nodları ve Patolojilerinin Değerlendirilmesinde Ultrasonografi.....	58
2.3.5. Servikal lenf Nodları ve Patolojilerinin Değerlendirilmesinde Diğer Görüntüleme Yöntemleri .....	72
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	81
4. BULGULAR .....	85
5. TARTIŞMA.....	104
6. SONUÇ .....	115
7. KAYNAKLAR.....	118

ÖZET .....	128
SUMMARY .....	130
ÖZGEÇMİŞ.....	132

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Ultrasesin Farklı Dokulardaki Yayılım Hızları .....	6
<b>Tablo 2.</b> Bazı maddelerin Young modülleri .....	27
<b>Tablo 3.</b> Boyunda metastatik lenf nodlarının, lenfoma ve tüberküloz nodlarının dağılımları .....	61
<b>Tablo 4.</b> Servikal lenf nodlarının vaskülarizasyon tipleri .....	82
<b>Tablo 5.</b> Elastisite skorlaması. ....	83
<b>Tablo 6.</b> Olguların Demografik Özellikleri.....	85
<b>Tablo 7.</b> Malign Lenf Nodlarının Hastalıklara Göre Dağılımı .....	85
<b>Tablo 8.</b> Benign Lenf Nodlarının Hastalıklara Göre Dağılımı .....	86
<b>Tablo 9.</b> Benign ve Malign Lenf Nodlarının Seviyelerine Göre Dağılımı .....	86
<b>Tablo 10.</b> Benign ve Malign Lenf Nodlarını Ayırt Etmede B-Mod İncelemenin Etkilerinin İncelenmesi .....	88
<b>Tablo 11.</b> Benign ve malign lenf nodlarının vaskülarizasyon tiplerine göre dağılımı .....	89
<b>Tablo 12.</b> Benign ve malign lenf nodlarının US elastografi skor dağılımı .....	90
<b>Tablo 13.</b> Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede US elastografi incelemenin etkilerinin incelenmesi .....	91
<b>Tablo 14.</b> Lenf nodlarının, gerinim oranı kesim değerine göre dağılımı .....	92
<b>Tablo 15.</b> Benign ve malign lenf nodlarını ayırdetmede B-mode, renkli Doppler ve US elastografi incelemelerinin tekli ve birlikte etkilerinin incelenmesi .....	94
<b>Tablo 16.</b> Araştırılan farklı parametrelere göre duyarlılık, özgüllük, pozitif-negatif öngörü ve genel doğruluk değerleri. ....	95

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b>	Doppler Kaymasının Şematik Gösterimi .....	18
<b>Şekil 2.</b>	Normal Bir Lenf Nodunun Kesitsel Görünümü .....	38
<b>Şekil 3.</b>	Elastisite skorlamasının şematik gösterimi .....	83

## SEMBOLLER VE KISALTMALAR

US	: Ultrasonografi
Hz	: Hertz
dB	: Desibel
Z	: Akustik impedans
PZT	: Polycrystalized Tetragonal Zirconia
CW	: Sürekli dalga (Continious Wave)
PW	: Atımlı dalga (Pulsed Wave)
RDUS	: Renkli Doppler Ultrasonografi
PRF	: Atım tekrarlama frekansı (Pulse Repetition Frequency)
Y	: Elastisite sabiti (Young Modülü)
$\sigma$	: Possion oranı
$\mu$	: Rijitlik katsayısı (Shear modulus)
ROI	: İlgi alanı (Region of Interest)
<sup>99m</sup> Tc	: Technetium-99m pertechnetate
FDG	: Florodeoksiglukoz
SI	: Gerinim oranı (Strain Index)
İİAB	: İnce iğne aspirasyon biyopsisi
KHz	: KiloHertz
$\lambda$	: Dalga boyu
f	: frekans
T	: Periyot
V	: Hız
d	: Yoğunluk
k	: Elastisite
z	: Akustik impedans
$\Delta F$	: Doppler kayma frekansı
P	: Basınç
B	: Sıkışma esnekliği modülü
$\gamma$	: Kayma gerilimi (shear stres)



## 1. GİRİŞ

İnsan vücudunda yaklaşık 800 lenf nodu mevcut olup bunların yaklaşık 300'ü baş ve boyun bölgesi yerleşimlidir (1,2). Boyunda lenf nodları enfeksiyöz, inflamatuvar nedenlerle reaktif olarak ya da neoplazik (primer ya da metastatik tutulum) nedenlerle büyüyebilir. Bazen metastatik lenf nodu, baş ve boyun, akciğer, meme kanseri gibi olgularda ilk semptom olabilir. Bu yüzden reaktif ve metastatik lenfadenopati ayrımı önemlidir (3).

Baş ve boyun kanserli hastalarda servikal lenf nodu metastazı sıktır. Metastatik lenf nodunun varlığı 5 yıllık sağkalım oranını %50'ye düşürürken, ek olarak karşı tarafta metastatik lenf nodu saptanması 5 yıllık sağkalım oranını %25'e düşürür (4). Bu yüzden baş ve boyun kanserli hastalarda servikal lenfadenopatinin değerlendirilmesi, hastaya uygun tedavi seçiminde ve prognozun belirlenmesinde yardımcı olmaktadır (5).

Servikal lenf nodları aynı zamanda lenfomanın da en sık tutulum yerlerindedir. Klinik muayenelerde, lenfomatöz lenf nodlarını metastatik lenf nodlarından ayırmak genellikle güçtür. Lenfoma ve metastatik lenf nodu tutulumunun tedavisinin farklı olması nedeniyle, bu iki durumun ayırıcı tanısı önem taşımaktadır (5).

Ultrasonografi ile lenf nodunun sayısı, boyutu, yerleşim yeri, şekil ve kenar özellikleri, içyapısı, ekojenitesi, hilus varlığı, mikronodüler görünümü, intranodal nekrozun ve kalsifikasyonun varlığı ve komşu yumuşak dokuda ödem

değerlendirilir (5-9). Renkli Doppler ve power Doppler ultrasonografi ile lenf nodunun vaskülaritesi değerlendirilmekte, spektral Doppler ultrasonografiyle de lenf nodlarının damarsal direnci ölçülebilmektedir (7-9).

Günümüzde ultrasonografiye ek olarak lenf nodlarının görüntülenmesinde kullanılan diğer yöntemler, bilgisayarlı tomografi (BT), magnetik rezonans görüntüleme (MRG), dinamik kontrastlı ve fonksiyonel MRG, difüzyon ağırlıklı MRG, pozitron emisyon tomografisi (PET), Thallium 201 ve teknesyum 99m MIBI (hexakis-2-methoxy-isobutyl-isonitrile) SPECT görüntülemesidir (10).

Ultrasonografinin ucuz, kolay erişilebilir olması, iyonizan radyasyon yaymaması, gerçek zamanlı olması ve tanı için gerekirse ince iğne aspirasyon biyopsisi için kılavuz olarak kullanılması avantajları olarak sayılabilir.

US elastografi, organ ve dokuların kendilerine has esnekliklerinin konvansiyonel US cihazları kullanılarak bilgisayar programları yardımıyla görüntülenmesidir. İncelenmek istenen organ ya da dokuya bası uygulanmakta ve böylece dokuların bası karşısındaki yer değişimlerinin saptanıp elastisite farkının US yardımı ile görüntülenmesi amaçlanmaktadır.

US elastografi ile meme, tiroid, servikal lenf nodları, parotis bezi, prostat ve karaciğer, pankreas gibi doku ve organların patolojileri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Özellikle meme, tiroid ve prostatta lezyonların malign-benign ayırımında başarılı bulunmuş bir inceleme tekniğidir. Literatürde ultrason elastografinin, benign ve malign lenf nodlarının ayırımında ultrasonografi

incelemesinin tanısal değerini arttırdığına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (3,11-14).

Çalışmamızın amacı, servikal lenfadenopatili olguları B-mod ultrasonografi, renkli Doppler ultrasonografi ve US elastografi ile değerlendirerek, US elastografinin etkinliğini ve tanısal değerini araştırmaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Ultrasonografi Fiziği

#### 2.1.1. Ultrasonografinin Tanımı ve Ultrasesin Özellikleri

Ultrasonografi (US), yumuşak doku ve parankimal organların incelenmesinde ses dalgalarından yararlanan bir görüntüleme yöntemidir. US`de duyulabilir ses frekans spektrumunun çok üzerinde frekanslara sahip ses dalgaları kullanılır. Çeviricide (Transduser) üretilen ses dalgaları vücuda gönderilir ve yolu üzerindeki oluşumlardan çeşitli oranlarda yansıma göstererek geri döner. Dönen ekolar çeviricide saptanıp, cihazın değerlendirme ve görüntü oluşturma işlemlerinden geçirildikten sonra, gri tonlardan oluşmuş bir resime dönüştürülür (15).

Ses, maddenin içinden geçen mekanik enerjinin basıncındaki değişim sonucunda oluşan bir dalgadır. Zamana göre basınçtaki değişim sesin temel ölçüm birimi olarak kullanılır. Denge durumundaki bir ortam içindeki partiküllerin mekanik titreşimlerinin birim zaman (sn) içindeki tekrarlanma sayısı 16–20000 arasında olduğunda *duyulabilir* ses ortaya çıkar. Titreşimlerin tekrarlanma sayısı 20`den az ise *infrases*, 20000`den fazla olduğunda ise *ultrases* adını alır. *Ultrases* duyulabilir sınırın üzerinde frekansa sahip ses dalgalarıdır.

Birim zaman (sn) titreşim sayısına frekans denir ve birimi Hertz (Hz)`dir. Bunun 1000 katına kilohertz adı verilir ve KHz ile gösterilir. 1.000.000 katına megahertz denir. MHz şeklinde ifade edilir. Doğada canlıların ürettiği seslerin

frekansı 20–70 KHz arasındadır. Oysa tıpta tanıs alanda kullanılan ultrasesin frekansı rutin uygulamalarda 2–15 MHz arasındadır (16).

### Ultrasesin Elde Edilmesi ve Yayılması

Günümüzde yüksek frekanslı ses elde etmek için piezoelektrik olaydan yararlanılmaktadır. Piezoelektrik olay; elektriksel uyarımın özel olarak yapılmış kristalde meydana getirdiği mekanik kompresyon ultrases olarak çevreye yansırken, kristale dışarıdan isabet eden ultrasesin mekanik basıncı kristali kompresyona uğrattığında elektriksel sinyaller ortaya çıkmaktadır. Bu fizik temelden yola çıkarak elektrik enerjisini mekanik titreşimlere, mekanik titreşimleri de elektrik sinyallerine dönüştürme metoduna piezoelektrik olay denilmektedir (16).

Bu amaçla üretilmiş seramik disklere *çevirici* anlamına gelen *transduser* adı verilir. Çeviriciler kurşun zirkonat-titanat gibi seramiklerden imal edilmekte ve prob adı verilen bir başlıkta taşınmaktadır (16). Kullanılan seramik maddenin kalınlığı, üretilen sesin dalga boyunun yarısına eşittir. Bu nedenle her çeviricide üretilen ses dalgası belli ve sabit bir frekansa sahiptir (15).

Ultrases dalga şeklinde bir traseye sahiptir, dalga boyu ve amplitüdü (genlik) bulunmaktadır. Birim zamanda (sn) tekrarlayan dalga tepesi sayısına frekans, bir dalga biriminin tamamlanma süresine periyot denilmektedir. Tüm bu özellikleri sonucunda ses ortam içerisinde belli bir hızla yayılmaktadır.

## Sesin hızı ve şiddeti

Ses dalgası farklı ortamlarda, farklı hızda yayılır. Sesin ortam içindeki hızı, yayıldığı ortamın elastisitesi ve yoğunluğu ile değişir. Sesin insan vücudunda yayılım hızı, dokudan dokuya farklılık göstermekle birlikte, yumuşak dokularda ortalama olarak 1540 m/sn olarak kabul edilebilir (15).

**Tablo 1.** Ultrasesin Farklı Dokulardaki Yayılım Hızları (Kaynak 15'ten alınmıştır)

Doku	Hız (m/sn)
Yağ	1450
Beyin	1541
Karaciğer	1549
Böbrek	1561
Dalak	1566
Kan	1570
Kas	1588
Kemik	4080

Şiddet belli bir alanda belli bir sürede akan enerjidir. Sesin şiddeti ise saniyede  $\text{cm}^2$  başına düşen güç olarak tanımlanmaktadır. Birimi  $\text{Watt/cm}^2/\text{sn}$ 'dir. Tanısal US cihazlarında sesin şiddeti 1-40 miliWatt arasındadır. Doku harabiyeti ise ancak  $4 \text{ Watt/cm}^2$  gibi çok yüksek değerlerde ortaya çıkmaktadır (16).

## Akustik impedans

Akustik impedans, ortamın ses dalgalarının yayılımına gösterdiği dirençtir. Ultrason cihazlarında yansıyan ses (yankı) kullanılarak görüntü oluşturulur. Yankı

oluşabilmesi için yansıtıcı ara yüzey gerekir. Tamamen homojen bir ortamdan geçen ses yansıtıcı ara yüzeye rastlamaz, yoluna devam eder ve anekoik görülür. Farklı fiziksel özelliklere sahip ortamlar arasındaki sınırlarda, akustik ara yüzeyler bulunur. Ses yayıldığı ortamdan farklı akustik impedansı olan bir ortamın yüzeyi ile karşılaşır, açı değiştirerek yansır. Geriye yansıma miktarını, ara yüzeyi oluşturan dokuların akustik impedanslarının farkı belirler.

Akustik impedans ( $Z$ ), sesin yayıldığı ortamın yoğunluğu ( $d$ ) ve sesin ortamdaki hızına ( $V$ ) bağlıdır (16).

$$Z = d \cdot V$$

Büyük impedans farklılıkları olan kemik ve hava gibi ara yüzeylerde ses enerjisinin büyük kısmı yansıtılır. Daha az akustik impedans farkı oluşturduğu sınırdan ise (yağ ve kas dokusu) ses enerjisi çok az yansiyarak yoluna devam eder. Yayılma hızında olduğu gibi akustik impedans dokunun özelliklerine bağlı olup frekanstan bağımsızdır (17).

#### Ultrasesin Q faktörü

Q faktörü, ultrasesin saflığı ve sesin devam ettiği sürenin uzunluğu ile ilgili bir özelliktir. Yüksek Q faktörü, sesin dar bir frekans bandı olduğunu ve doku içindeki vibrasyonunun uzun sürdüğünü ifade eder (16).

## Ringdown

Ses dalgalarının başlaması ve vibrasyonların tam olarak kesilmesi arasındaki süredir. Yüksek Q faktörlü ultrasesin ringdown süreside uzundur (16).

### *2.1.2. Ses ve Doku Arasındaki Etkileşimler*

Farklı yoğunluklardaki doku yüzeylerinden yansiyarak geri gelen ultrases dalgalarının algılanması ultrasonografinin temelini oluşturur. Ultrases dalgalarının yansımaları ve kırılması düzgün ve büyük yüzeylerde olur. Ancak dokuların içinde benzeşik olmayan ve ayrı yoğunlukta yapılar mevcuttur. Ultrases demeti bu tür yapılara çarptığında saçılmaya uğrar ve yön değiştirir (18).

Ses ve doku arasındaki etkileşimler, yansıma, kırılma ve zayıflamadır.

### Yansıma (Refleksiyon)

Ses demetinin yansıma özelliği 4 önemli faktöre bağlıdır. Bunlar; akustik impedans, geliş açısı (insidans açısı), yüzeyle dalga boyları arasındaki ilişki ve incelenecek dokunun yüzeyidir. İncelenecek dokular arasındaki akustik impedans farkı arttıkça yansıma özelliği de artmaktadır. Geliş açısı, ses demetinin yansıtıcı yüzeyle yaptığı açıdır. Gelen ses dalgalarının kırılma göstermeksizin tümünün yansıdığı açı *kritik açı* olarak nitelendirilir. Kritik açı her ortamda sesin hızı ile



değişiklik gösterir. Ses dalgalarının karşılaştığı yüzey düzgün ise yansıma, düzensiz ise saçılma gerçekleşir (16).

### Kırılma (Refraksiyon)

Ses dalgalarının bir ortamdan diğerine geçerken yön değiştirmesine denir. Artefaktlara, çözünürlükte azalmaya, uzaysal bükülmeye (distorsiyona) ve ultrasonografi görüntülerinde incelenen yapının yanlış konumlandırılmasına neden olur. Yüksek frekanslı ultrases kullanıldığında kırılma azalır (16).

### Soğurulma (Absorbsiyon)

Soğurulma, ses demetinden dokuya enerji aktarımı olup ortama ve ultrasesin frekansına bağlıdır. Soğurulma, frekansla doğru orantılı olarak artar. Yüksek frekanslı ultrases, düşük frekanslı ultrasese göre daha yüzeysel dokularda daha fazla soğurulur. Dokunun sertliği ve kollajen miktarı ile doğru orantılı olarak soğurulma artmaktadır (16,17).

### *2.1.3. Ultrasonografi Cihazlarının Yapısı*

Ultrasesi yayan ve yankıları alan ünite: Ultrases çeviriciler (transduser) tarafından oluşturulur ve geri yansıyan ultrases de yine çevirici tarafından alınır.

İşlem birimi ve zaman sayacı: Bu birim, zaman sayacının komutları doğrultusunda, ultrases enerjisinin üretilmesini kontrol etmek ve geri dönen ses dalgalarının çeviricide meydana getirdiği elektrik enerjilerini görüntüye dönüştürmekle yükümlüdür.

Kayıt ünitesi: Cihazda oluşturulan görüntülerin daha sonra değerlendirilmek üzere çeşitli şekillerde kayıt edilmesini sağlar.

#### Çevirici (transduser) ve Yapısı

Ultrason dalgalarının gönderilmesi ve algılanması çeviriciler yardımı ile olur. Elektrik enerjisinin mekanik titreşimlere, mekanik titreşimleri de elektrik sinyallerine dönüştürülmesine *piezoelektrik olay* denir. Bir piezoelektrik kristale gerilim uygulandığında, kristal uygulanan voltajın polaritesine, geometrisine ve ilk polarizasyonuna bağlı olarak boyuna, enine ya da radyal olarak çevresine doğru genişler veya daralır. Bu daralıp genişlemeler sonucunda ultrases dalgaları meydana gelir. Önceleri kuartz gibi doğal maddelerin kristallerinden yararlanılırken günümüzde PZT (Polycrystalized Tetragonal Zirconia) ya da polarize edilmiş seramik kristaller kullanılmaktadır. Bu amaçla üretilmiş seramik disklerle çevirici anlamına gelen *transduser* ya da *prob* adı verilir. Çeviriciler kurşun zirkonat-titanat gibi seramiklerden üretilir. Seramik disklerin kalınlığı ile üretilen sesin frekansı arasında ters orantı vardır. Seramik kalınlığı azaldıkça frekans artar, frekans arttıkça dalga boyu azalır (16, 17).

Probun içinde bulunanlar:

1. Koruyucu Tabaka
2. Lens
3. Aktif piezoelektrik eleman ya da kristal
4. Uyum sağlayıcı tabakalar
5. Arka destek bloğ

Pratikte kullanılan çeviriciler gerçek zamanlı (real time) olarak kullanılır. Gerçek zamanlı transduserler mekanik ve elektronik olarak ikiye ayrılır.

Mekanik tip çeviriciler dönen diskli ve osilasyon gösteren kristalli olmak üzere kendi aralarında iki gruba ayrılırlar. Mekanik tip çeviricilerin sınırlı çerçeve oranları, inceleme alanı darlığı ve distorsiyon gibi yetersizlikleri göze çarpmaktadır.

Elektronik tipteki çeviriciler, lineer ve faz dizilimli olarak iki gruptan toplanır. Lineer dizilimli çeviricilerde bir çizgi üzerinde dizilmiş sayıları 64 ile 200 arasında değişen kristaller bulunur ve bunların aynı anda uyarılmasıyla oluşan ultrases demeti ile tarama yapılır. Lineer dizilimli çeviriciler ardışık lineer ya da segmental lineer uyarılı olabilir. Segmental uyarılı çeviriciler eş zamanlı çeviricilere göre daha fazla görüntü çizgisi oluşturulduğundan daha kaliteli görüntüler elde edilir. Lineer çeviricilerde bulunan düşük lateral çözünürlük akustik odaklama ile aşılmaya çalışılır.

Faz dizilimli (phased array) elektronik çeviricilerde, çevirici elemanları minimal zaman aralıklarıyla kademeli olarak uyarılır ve görüntüleme alanı süpürülür tarzda taranır. Bunlarda ultrasesin yayılması sektör şeklindedir (16).

#### *2.1.4. Ultrasonografide çözünürlük*

Çözünürlük, cihazın yan yana iki noktayı ayırt edebilme gücünü gösterir. İki tip çözünürlük vardır.

(a) Aksiyel çözünürlük: Ses dalgasının izlediği yol boyunca iki farklı noktayı ayırt edebilme yeteneğidir. Aksiyel çözünürlük fizik prensiplerine göre gönderilen pulsun (darbe) uzunluğunun yarısı kadar olabilir (18,19).

(b) Lateral çözünürlük: Sesin dalgasına dik düzlemdeki iki noktayı ayırt edebilme yeteneğidir. Lateral çözünürlük transduserin çapı ve odaklanmasından etkilenir. Demet genişliği azaldıkça, lateral çözünürlük artar. Frekans arttıkça çözünürlük artmaktadır, ancak dalganın derin dokulara etkisi azalır (18,19).

#### *2.1.5. Ultrasonografik Gösterim Metodları (Mod)*

Tanısal radyolojide ses dalgalarının gönderilmesi ile dokulardan elde edilen sinyaller monitörde üç değişik biçimde gösterilir.

A- MOD (Amplitüd-genlik modu): A mod ya da amplitüd modu, dikey ekseninde dönen eko sinyallerinin amplitüd gücünü ve yatay ekseninde zamanı (mesafe) gösteren tek boyutlu görüntü oluşturur. Bunlar grafikler halinde monitörde gösterilir. Ölçüm değerleri niceldir.

B-MOD (“Brightness”, Parlaklık modu): Ekolar dikey yön değiştirmeler yerine parlak noktalar olarak görüntülenir. Noktanın parlaklığı yansıyan dalganın şiddeti ile doğru orantılıdır. Eko amplitüdüleri gri skalada kodlanarak görüntü elde edilir. Çeviricinin vücut üzerinde kaydırılmasıyla bileşik B-mod (B-scan) inceleme gerçekleştirilir.

M-MOD (“Motion”, Hareket modu): Hareketli yapılardan yansıyan dalgalar yatay ekseninde zaman, dikey ekseninde ise derinlik grafiği şeklinde monitöre aktarılır. Daha çok ekokardiyografi sırasında kardiyak fonksiyonların izlenmesinde kullanılır (16,17).

#### *2.1.6. Ultrasonografik Artefaktlar*

##### *Ayna artefaktı*

Ultras ses demetinin güçlü ve düzgün bir yansıtıcı yüzeye karşılaşması sonucu ortaya çıkar. Güçlü yansıtıcı yüzeyler arasında diyafram, kemik, plevra sayılabilir. Güçlü yansıtıcı yüzeye yakın yerleşimli lezyonlar yansıtıcının arkasında da varmış gibi izlenir.

### Kırılma (Refraksiyon) artefaktı

Ultrases demetinin, değişik yayılım hızındaki bir dokudan diğerine geçişi sırasında ortaya çıkan bir durumdur. Ses hızlı yayıldığı solid ortamdan kistik ortama geçtiği sırada, ses demeti konverjans, tersi durumunda da diverjans göstererek kırılır. Karaciğerdeki kistik lezyona bağlı olarak böbrek ya da diyafram konturunun kırılmış görünümü ve fetusta oksipital kemiğin depresyon kırığına andırır görünümü kırılma artefaktının örneklerindedir.

### Reverberasyon artefaktı

Çevirici ile incelenen dokular arasındaki akustik impedans farklı çok fazla olduğunda ortaya çıkar. Birbirini paralel takip eden farklı yansıtıcı yüzeyler arasında ses demeti birkaç defa geri dönüp yansır. Tekrarlamalar nedeniyle yansıtıcı yüzeyin derininde giderek azalan ekolar oluşur. Mesane, safra kesesi ve yüzeye yakın kistik yapıların duvarında gözlemlenir. Pozisyon ile yer değiştirmemesi, yer çekiminden etkilenmemesi eko şiddetinin derine doğru azalması gibi özellikleri sayesinde ayırıt edilebilmektedir.

### Kuyruklu yıldız artefaktı

Ultrases demetinin kendisini zil gibi titreştiren bir yapıyla karşılaştığı durumlarda görülen artefaktır. Yansıtıcı yüzey aracılığı ile çeviriciye arka arkaya

yankılar döner ve ardında parlaklığı giderek azalan kuyruk görünümü oluşur. Metalik sütürlar, safra yollarında izlenen gaz, bazı intrauterin kontraseptif cihazlar, biyopsi iğnesi bu artefaktı oluşturabilir.

#### Akustik yankı artımı (güçlenme) artefaktı

Ultrases demetinin içinden geçtiği doku tarafından komşu dokulara göre daha az zayıflatıldığında ortaya çıkar. Akustik güçlenme daha çok içi sıvı dolu yapıların gerisinde ortaya çıkar. Sıvı dolu yapının arkasında, yankı artımı hiperekojen olarak izlenir.

#### Akustik gölge artefaktı

Ses demetinin tümünün, yolu üzerindeki bir yapı tarafından geriye yansıtılması sonucunda ortaya çıkan bir artefaktır. Sesin tamamının geriye yansımından ve ilerletilememesinden dolayı ilgili oluşum hiperekojen, gerisindeki bölge ilgili oluşumun genişliği ile orantılı ekosuz-siyah bant şeklinde izlenir. Kemik, gaz ve kalsifikasyon bu türden artefakta neden olur.

#### Duplikasyon artefaktı

Kırılmaya bağlı bir artefaktır. Örneğin obez hastaların abdominal incelemelerinde karın ön duvarındaki yağ doku ile rektus kası arasında yüzey

tarafından oluşturulan kırılmaya bağlı olarak túbúler yapılar, çift olarak görúlebilir. Orta hat yapılarından superior mezenterik arter, arta hatta yer alan gestasyonel kese, foley sondanın çiftmiş gibi görünümü bu artefakta örnektir.

#### Kesit kalınlığı artefaktı

Ses demeti kalınlığı, incelenen bölgedeki kistik oluşumun genişliğinden daha fazla olduğunda, ses demetinin bir kısmı kesit planı dışındaki yapılara çarpıp kistin içine doğru uzanım göstermektedir. Bu durumda kistik alan içinde çamurpü benzeri görünüm oluşmaktadır. Kazancın düşürülmesi ya da uygun odaklama ile önlenebilen bir artefaktır.

#### Aks dışı (Off-Axis) artefaktı

Ses demetinin ilerleyişi sırasında demetin yoğunluğu merkezden çevreye doğru azalır. Yoğunluk odak alanında en yüksektir. Akustik gölge varlığının önemli olduğu durumlarda (böbrek, safra kesesi taşi gibi) akustik gölgenin ortaya çıkması için çeviricinin odak alanı iyi ayarlanmalıdır (16).

#### 2.1.7. Doppler Ultrasonografi Fiziği

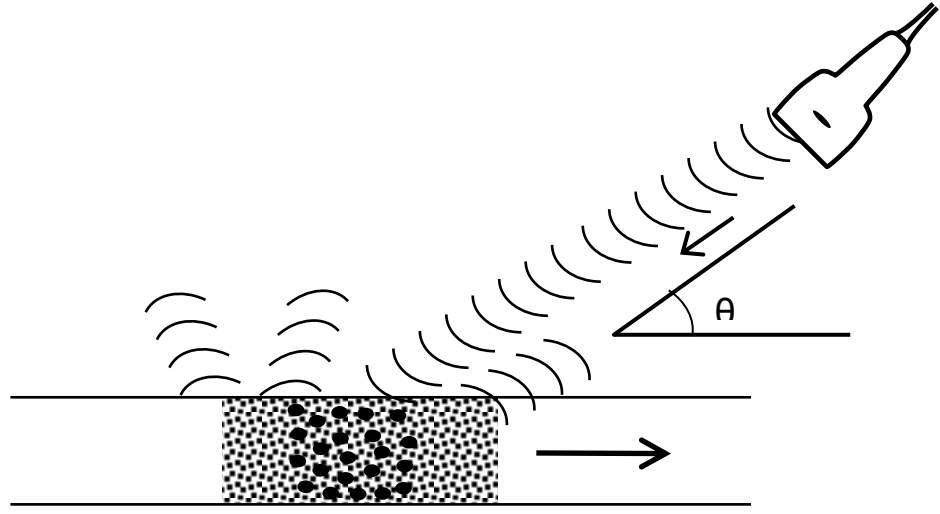
Konvansiyonel B-mod görüntüleme, yansıyan ses dalgasından şiddet, faz ve frekans bilgileri elde edilir. Bu bilgiler, sesin yansıdığı yüzeyin yeri, yapısı



ve hareketliliği ile ilgilidir. B-mod incelemede eritrositler gibi hızlı hareket eden hedefler genellikle gösterilemeyen düşük şiddetli ekolar oluştururlar. Bu nedenle damarların lümeni genellikle anekoik izlenir. B-mod ultrasonografik görüntüleme, görüntü oluşturmak için geriye yansıyan sinyalde sadece şiddet bilgisi kullanılır. Oysa geri dönen ultraseste hareket eden hedefin hareketini değerlendirmemizi sağlayacak bilgiler de vardır.

Hareketli bir kaynak aracılığı ile ya da hareketli bir yüzeye gönderilen ses dalgaları yansırken frekans değişikliğine uğramaktadır. Yüksek frekanslı ses dalgasını damar içinde akan kan üzerine gönderdiğimizde, kan hareketinden dolayı gönderdiğimiz ultrases dalgasının frekansı değişecektir. Frekanstaki değişim yansıtmayı gerçekleştiren yüzeyin hızı ile doğru orantılı olup buna **Doppler etkisi** denir. Bu değişiklik hareketli yüzeyin; hızına, yönüne ve çeviricinin konumuna bağlı olarak değişir.

Doppler etkisi; gözlenen bir nesneye gönderilen ultrasesin frekansıyla geri dönen frekansın sinyali arasındaki farktır. Bu frekans farkının nedeni hareket olup hareket kaynak, gözlenen nesne ya da ikisinden de kaynaklı olabilir. Gözlenen nesnenin kaynağa doğru hareket etmesi gönderilen ultrasesin frekansının artmasına, tersi ise azalmasına neden olur.



**Şekil 1.** Doppler Kaymasının Şematik Gösterimi (20.kaynaktan alınmıştır)

Frekanstaki bu değişim;  $\Delta F = 2 \times V \times f_0 \times \text{Cos}\theta/c$

Formüldeki;

$\Delta F$  : Doppler kayma frekansı

$V$  : Kaynağın hızını

$\text{Cos } \theta$  : Doppler açısı

$c$  : Sesin dokudaki ortalama hızı (1540m/sn)

$f_0$  : Gönderilen ultrases dalgası frekansıdır.

Doppler denkleminde dikkati çeken önemli parametre “ $\theta$ ” açısıdır. Bu açı, akımın yönü ile ultrases demeti arasındaki açıdır Kosinüs değeri olarak hesaplanan bu açı  $90^\circ$ 'ye yaklaştıkça Doppler kayması küçülecek,  $90^\circ$ 'de sıfırlanacaktır.

Altmış derecenin üzerindeki açılar için Doppler açısının kosinüsü daha büyük oranda değiştiğinden, doğru açı düzeltmesi için Doppler ölçümlerinin  $60^\circ$ 'in altında yapılması gerekir. Altmış derecenin üzerinde, Doppler açısındaki

görece küçük değişikler  $\cos\theta$ 'da büyük değişiklere neden olur, bu nedenle Doppler açısı ölçümünde küçük bir hata hız ölçümünde büyük değişiklere neden olabilir (16,17).

### Doppler yöntemleri

Sürekli dalga Doppler, spektral Doppler, renkli Doppler ve Power Doppler gibi farklı Doppler ultrasonografi yöntemleri vardır.

### Renkli Doppler

Radyolojik uygulamalarda en sık kullanılan Doppler yöntemi, renkli Doppler ultrasonografidir (RDUS). Bu yöntemde, Doppler ölçümünden elde edilen akım bilgisi, B-Mod görüntü ile birlikte gösterilir. Renkli görüntüde her piksel için akım hızının belirlenmesi, özel sinyal işleme devreleri ile gerçekleşir. Bunlardan en sık kullanılanı korelasyon dedektörleridir. Dokuya paketler halinde gönderilen ses demetleri, seçilmiş birkaç hedeften geri döner. Bunların her biri için hesaplanan Doppler kaymaları bilgisayarda farklı değerlere ve farklı renk kodlarına atanır. Sinyal fazı, hareketin varlığı ve yönü hakkında bilgi sağlar. Sinyal frekansındaki değişikler hedefin hızı ile ilgilidir. Görüntüde izlenen renkler akımın yönünü yansıtmaktadır. Çeviriciden uzaklaşan akımlar mavi, yaklaşan akımlar ise kırmızı ile gösterilir. Renk ne kadar parlaksa akımını görece hızı o kadar yüksektir (16, 17).

### Devamlı Dalga (Continuous wave= CW) Doppler

Bu inceleme yönteminde çevirici birbirine küçük bir açıyla bakan, komşu iki kristalden yapılmıştır. Bu kristallerden biri sürekli ses dalgası üretirken diğeri sürekli dinleme yapar. İnceleme doğrultusunda bulunan tüm hareketli yansıtıcıların Doppler kaymaları toplam olarak belirlenir. Frekans kaymalarına çok duyarlı olmasına rağmen, kaymaya sebep olan yapıyı saptayamaz (16).

### Spektral (Pulsed wave= PW) Doppler

Burada hem verici hem de alıcı olarak çalışan bir çevirici vardır. B-mod görüntü üzerinde Doppler incelemesi yapılacak alan belirlenerek işaretlenir. Bu alana *Örnekleme Alanı* denir. İşlem, ilgilenilen örnekleme alanından yansıyan sesin Doppler kaymasını saptar. Faz değişikliğinden hareketin yönünü, frekans değişikliğinden hareketin hızını hesaplar ve gösterir. Doppler bulgularının B-mod ya da M-mod görüntüleme ile birleştirilerek kullanılmasına Dupleks görüntüleme adı verilir.

Spektral incelemede, monitörde spektral analiz ve B-mod görüntüsü bulunduğundan kan damarlarının durumu da değerlendirilir. Ayrıca B-mod görüntülerde gösterilemeyecek kadar küçük damarlarda akım ölçülebilir ve daralmalar daha duyarlı saptanabilir. Kan akımının yönü, yatay çizginin alt ve üst tarafları ile belirlenir. Çeviriciden uzaklaşan kan akımı çizginin üstünde, tersi altında izlenir. Akım içindeki hız dağılımı spektrumun genişliğini belirler.

Ayrıca maksimum hız, ortalama hız gibi akıma ait birçok sayısal değer ölçülebilir (16, 20).

### 2.1.8. Harmonik Görüntüleme

Ses dalgası doku içinden geçerken dokuyu komprese ve ekspanse ederek yayılır. Komprese edildiği durumda doku sesi daha hızlı iletirken, ekspanse olduğu durumda daha yavaş iletir. Yani doku içinde ilerleyen sesin doku ile etkileşmesi sonucunda belli derinlikten sonra sesin yüksek basınçlı komponentinin düşük basınçlı komponentinden farklı hareket etmesi ile lineer yayılımı bozulmuş olur. Bu lineer olmayan yayılım sonucu ortaya çıkan ve başlangıç frekansının katları şeklinde olan değişik frekanstaki ses enerjisine *Doku Harmonikleri* denilmektedir.

Çevirici alıcı konumunda başlangıçta dokuya gönderdiği sesin frekansından çıkarılıp, dokuda oluşacak bu harmoniklerin frekansına göre ayarlanırsa birçok artefaktan da arındırılmış görüntüler oluşacaktır. Harmonik demetler probdan çıkan ses demetinden daha dar olduğu için harmonik görüntülemeye gürültü ve saçılma da daha azdır.

Ancak dokuya yakın bölgelerde harmonik oluşturabilecek etkileşim olmadığından ve çok derin bölgelerde de ses enerjisi dokular tarafından emilip azaltılacağından bu bölgelerde harmonikler oluşmaz.

### 2.1.9. Bileşik (Compound) Görüntüleme

Ultrasonografide ses demeti küçük ve düzensiz yansıtıcı yüzeyler tarafından saçılmaya uğratılabilir. Bu saçılma sonucu çeviriciye geri dönen sesin çeşitli açılardan ulaşanları ile düzgün yansiyarak ulaşanları birbiri ile girişim yaparak benekli görüntüler meydana gelmesine neden olabilir. Bu benekli görünüm bazen solid-kistik ayrımını engelleyebilecek düzeyde olabilmektedir. Bu durumdan kurtulmak için *Uzaysal Compound* yöntemi kullanılır

Bu yöntemde ses demeti birden fazla açı ile hedef dokuya gönderilir. Bu şekilde aşırı saçılmaya neden olan düzensiz yüzeyli hedefin hemen her bölgesine yaklaşık dik açı ile ses demetinin isabet ettirilmesine ve düzgün bir yansıma sağlanmasına çalışılır. Oluşan görüntü genelde saçılmanın neden olduğu beneklenmeden kurtarılmış olur. Ancak akustik gölgelenme de ortadan kalkacağından tanı hataları olabilir. Bu nedenle konvansiyonel yöntemle beraber kullanılmalıdır (16).

### Atım Tekrarlama Frekansı (Pulse Repetition Frequency, PRF)

Ses enerjisi vücuda yüksek şiddette kısa süreli vurular halinde ve uygun atım tekrarlama frekansı (pulse repetition frequency) ile gönderilir. Atım tekrarlama frekansı, yeni bir darbe (pulse) üretiminden önce sinyallerin maksimum derinliğe ulaşıp çeviriciye geri dönebilmesi için yeterli zaman bırakacak frekansta olmalıdır (17). Doğru ölçümlene yapabilmek için doku içine

gönderilen darbe geri dönmeden yeni bir darbe gönderilmemelidir. PRF, ölçülecek Doppler kaymasının en az 2 katı olmalıdır. Ayarlama otomatik ya da elle yapılabilir. Doppler frekansını arttırmak için PRF ya da Doppler açısı yüksek değerlerde tutulmalıdır.

Optimal kalitede bir renkli Doppler incelemesi için pek çok parametrenin bilinçli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Doğru görüntüleme tekniği ve görüntü kalitesini artırıcı teknik bilgiler sayesinde pek çok artefakt engellenebilmektedir (16).

#### Power Doppler

Doppler sinyallerinin şiddetini renk bilgisi olarak gösteren bir yöntemdir. İlk yıllarda amplitüd–kodlama renkli Doppler, US anjiyografi gibi çeşitli isimler kullanılsa da günümüzde Power Doppler ultrasonografi ismi tercih edilmektedir.

Renkli Doppler ultrasonografide görüntüyü oluşturan temel prensip Doppler kayması iken Power Doppler’de ise sinyalin gücüdür. Power Doppler ultrasonografide yankı sinyalinin gücü, örnekleme hacmi, örnekleme hacmindeki eritrosit yoğunluğu ve inceleme alanı ile çevirici arasında kalan dokuların zayıflamasına bağlıdır. Derinlik arttıkça alınan sinyalin şiddeti düşer ve yöntemin duyarlılığı azalır. Kodlama genellikle sadece kırmızı renk kullanılarak yapılır. Sinyallerin gücü renkte parlaklık ve sönme olarak görülür. Yüksek sinyal şiddeti sarıya doğru açılırken düşük şiddetli sinyaller koyu kırmızı olarak izlenir.

Power Doppler inceleme, spektral ve renkli Doppler uygulamalarından farklı olarak akım yönü ve hızı ile ilgili bilgiler içermez. Yalnızca akım olan ve akım olmayan alanları ayırabilir. Doppler açısına bağımlı olmadığından “aliasing” artefaktı izlenmez, gürültü azalır. Gürültünün az olması nedeniyle düşük akım duyarlılığı renkli Doppler ultrasonografiden fazladır. Özellikle darlık ve geri kaçışların daha iyi gösterilmesinde yararlıdır. Renal transplantların takibinde, normal böbrek damarlanmasında, perfüzyon ve kortikal akımların gösterilmesinde oldukça faydalıdır. Ancak Doppler bilgileri daha uzun sürede elde edildiğinden harekete karşı hassastır. Nefes tutamayan hastalarda, kalp, akciğer ve büyük damarlara komşulukları gibi hareketlerin fazla olduğu bölgelerde faydası sınırlıdır (16).

## **2.2. US-Elastografi**

İnsan vücudunda çoğu patolojik süreç, dokunun kendi mekanik özellikleri (Young modülü, Poisson oranı, kayma (shear) modülü) ile ilgilidir. Örneğin karaciğerin sertleşmesi, kronik karaciğer hastalığının son evresi olarak kabul edilir. Klinik muayenede, dil, tiroid, deri ve meme kanserleri palpasyon ya da inspeksiyonla saptanır. Meme kanserleri sıklıkla, meme muayenesinde sert ele gelen kitle olarak kendini gösterir. Ayrıca, özellikle pelvisten köken alan kanserler (prostat, rektum, uterus, over gibi), tuşe (internal dijital muayene) ile saptanabilir. Rektal tuşe, prostat kanserinin tanısında ve evremesinde anlamlı bilgiler sağladığından, kanser taramasında rutin incelemenin bir parçası haline gelmiştir.



Ancak palpasyonunda kendi içinde kısıtlamaları bulunur. Dokuda yüzeye yakın ve dokuya göre sert lezyonları ayırt edebildiğinden, hastaların %60'ında evrelemede ve tanıda yanılığa neden olmaktadır. Bu yüzden tıp alanında dokunun elastik özelliklerini saptamada ve elastisitesi yüksek (Young modülü) dokuları görüntülemeye olan ilgi artmıştır. Elastografi, dokuların esneklik özelliklerini ortaya koyarak yapılan bir görüntüleme yöntemidir. Günümüzde MR ve US-elastografi klinik uygulamalarda yerini almıştır (21,22,23)

### *2.2.1. US-Elastografi Fiziği*

Bir cisim iki ucundan çekilirse germe kuvvetinin etkisi altında kalır. Buna karşılık cisim, uygulanan kuvvete karşı koymaya çalışan bir kuvvet, bir gerilme kuvveti (stres) oluşur. Genel olarak cisimde oluşan bu gerilme, uygulanan kuvvetin şiddeti ile etki yüzeyine bağlı olup; Gerilme Kuvveti= Uygulanan Kuvvet / Alan eşitliği ile verilir.

Böylece gerilme altında bulunan cismin boyutlarında değişiklik olur; yani cisim zorlanmaya (strain) uğrar. Eğer etki eden kuvvet cismin yüzeyine dik ise cisimdeki zorlanmalar uzunlukta görülür. Bu nedenle bu tip gerilmeye çekme zorlanması (tensile stres) ve cismin uzunluğundaki değişikliğe de çekilme zorlanması (tensile strain) denir. Gerilmeye, zorlanmaya maruz kalan bu cismin uzunluğunda kaydedilen değişime ise çekilme zorlanması adını alır.

Çekilme Zorlanması  $=L-L_0/L_0 =\Delta L/L_0$  kadardır. Burada  $L_0$  cismin kuvvet uygulanmadan önceki uzunluğu;  $L$  ise kuvvet uygulandıktan sonraki yani gerilme altındaki uzunluğudur.

Eğer, kuvvet uygulanan alana dik değilse, bu takdirde kuvvetin alana dik ( $F_d$ ) ve alana teğet ( $F_t$ ) bileşenlerinin her biri, sırasıyla alana dik ve alana teğet olmak üzere iki gerilme bileşenini doğurur. Gerilme kuvvetinin alana dik bileşeni yukarıda da bahsedildiği gibi çekilme zorlanmasına neden olur. Alana teğet bileşeni ( $t$ ) ise kayma zorlaması (shearing stress) adını alır ve cisimde kayma zorlanmasını meydana getirir. Dolayısıyla yüzeye dik olamayan bir gerilme iki doğrultuda zorlanmalar oluşturur. Uygulanan kuvvet karşısında, bazı cisimlerde ölçülen zorlanmalar küçük, bazılarında ise büyüktür. Zorlanmaları daha büyük olan cisimleri diğerlerine nazaran daha elastik cisimler olarak nitelendiririz. O halde, bir cismin elastisitesini belirlememizi sağlayan faktör cisimde oluşan gerilme kuvveti ve zorlanma miktarıdır. Fizikte bir cismin elastisitesi gerilme kuvvetinin zorlanmaya oranı ile belirtilir ve gerilme modül kavramı ile ifade edilir. Fakat, yukarıda da bahsedildiği gibi, gerilme kuvvetinin iki bileşeni varsa, aynı gerilme kuvvetinin bileşenlerine ve zorlanmalarına bağlı olarak değişik değerler ve adlar alır.

Gerilme kuvvetinin yüzeye dik bileşeninin cisimde yarattığı çekilme zorlanmasına oranı alınarak gerilme modülü veya Young modülü hesaplanır. Young modül değerinin hesabı şöyledir:

$$\text{Young Modül}=\text{Gerilme Kuvveti/ Zorlanma}$$

**Tablo 2.** Bazı maddelerin Young modülleri (Kaynak 24).

MADDE	YOUNG MODÜLÜ (N/m <sup>2</sup> )x10 <sup>9</sup>
Kemik	16
Cam	70
Çelik	200
İpek	6
Lastik	0.003

Young modülü, dokunu çeşitli büyüklükteki gerilmelere ne şekilde davranacağını gösterir. İncelenen dokunun şekil ve boyut özelliklerinden bağımsızdır. Dokunun mekanik özellikleri hakkında bilgi verir ve esneklikleri farklı olan dokular arasında kıyaslama imkanı sağlar. Dokuların bu farklı mekanik özellikleri, *elastografi* denilen ve dokuların uygulanan strese verdikleri cevap farklılıklarını oransal olarak gösteren yeni bir modalitenin doğmasına sebep olmuştur (25-28).

Her katı madde için biçim değişikliğinin esnek olduğu bir sınır vardır. Aynı madde küçük kuvvetler etkisinde esnek şekil değişmelerine uğrarken, büyük kuvvetler etkisinde plastik şekil değişikliğine de uğrayabilir. Çubuk biçimli esnek bir cisimde çubuk doğrultusunda uygulanan kuvvet, kuvvetin meydana getirdiği boyca uzama ile doğru orantılıdır. Bu yasa *Hooke Yasası* olarak adlandırılır (25).

$$\frac{F}{A} = Y \times \frac{\Delta L}{L}$$

- F : Uygulanan kuvvet  
A : Kesit alanı  
Y : Young modülü (N/m<sup>2</sup>)  
 $\Delta L$  : İlk ve son boy arasındaki farkı  
L : Boy

Esnek şekil değişikliğinin *uzama*, *hacimce değişme*, *kayma* gibi üç temel biçimi ve bu temel biçimlere indirgenebilen *eğilme*, *bükülme* gibi farklı türleri vardır.

*Burkulma* ise, maddeye uygulanan güç sonucu meydana gelen biçim değiştirmesinin tüm etkilenen boydaki yüzdesel dağılımıdır. Burkulma miktarı, materyalin orijinal boyundaki değişimin ilk boyuna bölünmesi ile hesaplanır (95).

$$\text{Burkulma (e)} = \Delta L / L$$

#### *Poisson Oranı*

Blok biçimli bir madde F kuvveti yardımıyla bir doğrultuda uzatılırken, bu kuvvete dik doğrultularda sıkışmaya uğrar. Yükseklik (h) ve genişlikteki (w) bağlı değişmelerin ( $\Delta h/h$  ve  $\Delta v/v$ ), boyca değişme ile ilişkili olarak;

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta w}{w} = \sigma \frac{\Delta L}{L}$$

şeklinde yazılabileceği gösterilmiştir. Burada  $\sigma$  madde özelliğidir ve *Poisson oranı* olarak isimlendirilir. Başka bir ifadeyle, Poisson gerilmesini bir cismin uzarken incelmeye olarak da ifade edilebilir. Cismin boyu uzarken cisim çapı azalmaktadır (25).

### *Sıkışma Esnekliği*

Her tarafından bir basınç altında sıkıştırılmaya çalışılan bir maddenin hacmi görece olarak azalır ve hacim zorlanması ( $\Delta V/V$ ) basınçla orantılıdır:

$$P = B \frac{\Delta V}{V}$$

- P : Basınç  
V : Hacim  
 $\Delta V$  : Hacimdeki değişiklik  
B : Sıkışma esnekliği modülü (*Bulk Modulus*)

Sıkışma esnekliği modülünün katılarda;

$$B = \frac{Y}{(1-2\sigma)}$$

olduğu gösterilmiştir. Sıkışma esnekliği modülünün (B) tersine ortamın *sıkıştırılabilirliği* denir. Katı maddelerin esnekliği genellikle Y ve B cinsinden belirtilir (25).

### *Kayma (Shear) Esnekliği*

Katı cisimler üzerine birbirine paralel ancak zıt yönlerde bir kuvvet uygulanırsa, cismin iç yapısında farklı yer değiştirme hareketleri oluşur. Kuvvet yönünde hareket meydana gelirken, zıt yönde madde içi moleküllerde ters yönde bir kaymaya karşı durma (*kayma gerilimi*) ortaya çıkacaktır (25).

Ultrasonografik görüntüleme, elastisite görüntüleme teknikleri 4 gruba ayrılır (23):

1. Sonoelastisite veya titreşim (vibrasyon) görüntüleme (Vibrasyon sonoelastografi)
2. Elastografi veya gerinim (strain) görüntüleme
3. Transient Elastografi (Gelip geçici dalgalarla uygulanan elastografi)
4. Dolaylı (Remote) palpasyon

#### Sonoelastisite

Sonoelastisite, düşük frekanslı titreşimlerin dokuda yayılmasına karşılık gelir. Bu yöntemde düşük frekanslı titreşimler Doppler yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. 1987 yılında Krouskop ve arkadaşları, dokulardaki hareketi uyararak için zorlu titreşimi (forced vibration) kullanmışlardır. Dokuda meydana gelen hareketler ise ultrason aracılığı ile saptanmıştır. Amaçları, noninvaziv olarak dokunun Young modülünün ölçümüdür. Ancak bu yöntemde görüntülemeye başvurulmamıştır. Lerner ve arkadaşları ise bugün sonoelastografi olarak adlandırdığımız, ultrason ve zorlu düşük frekans titreşimi kullanan sonoelastisite görüntülemeyi ilk olarak önerenlerdir. Daha önce kullanılan diğer sonoelastografi tekniklerinin aksine, bu teknik farklı yerdeğiştirme cevabı veren, elastisitesi farklı (Young modülü) dokulara kontrollü mekanik vibrasyon uygular.

## Elastografi

Ophir ve arkadaşları, elastografi olarak adlandırdıkları, statik veya quasi-statik elastisite görüntüleme tekniğini önermişlerdir. Doku örnekleme için kompresyona başvurulur, daha sonra pre-kompresyon ve post-kompresyon ekoları, dokudaki gerinim haritasını kullanan teknikler ile karşılaştırılır. Gerinim haritaları, ilgi alanındaki elastisite dağılımını yansıtır.

## Transient Elastografi (Gelip geçici dalgalarla uygulanan elastografi)

Catheline ve arkadaşları transient elastografiyi, yeni bir elastografik teknik olarak adlandırmıştır. Bu yöntem, dokuda yer değiştirmeye neden olan düşük frekanslı titreşimi kullanır. Bu yer değişimi, puls eko ultrason ile saptanabilmektedir. Yöntemde önden giden dalgaların yansıyanlarla karışmaması için kısa sürelerle sürekli yinelenen vurular kullanılmaktadır.

## Dolaylı Palpasyon

Sugimoto ve arkadaşları, yumuşak dokuda lokal deformasyon oluşturan odaklı ultrason çeviricisi (focused ultrasound transducer) kullanarak, derin dokuların dolaylı palpasyonunu amaçlanmıştır. Dokuda oluşan deformasyonu ölçmek amacıyla puls eko ultrason tekniği kullanılmıştır. Deformasyon-zaman eğrisi kullanılarak doku sertliğinin ölçümü amaçlanmıştır.

Elastografi, tekrarlanan bası etkisine karşı dokuların sertlik özelliklerine göre verdikleri esneyebilme yanıtını ölçen bir görüntüleme yöntemidir (24). Dokuların esneme miktarları arasındaki farkı saptayabilmek için, belli bir kuvvet ile o doku üzerine dik bir şekilde ve sürekli olarak bası uygulanır ve dokular bu bası etkisine sertlik derecelerine göre cevap verirler. Sert dokularda esneme ve gerinim miktarı daha az iken, yumuşak dokularda daha fazladır. Elastogram ise dokuların farklı gerinim miktarlarını haritalayan yöntemdir (24,29). Dokunun her noktasındaki yer değiştirmeler, B-mod inceleme üzerine bindirilmiş gerçek zamanlı tarayıcılar tarafından farklı renkler ile kodlanır. Kodlamadan sonra ortaya çıkan görüntü dokunun elastogramıdır. Renk kodlamaları gri skalada ya da renkli olarak yapılabilmektedir. Renk kodlamaları, cihazın yazılımına göre farklı cihazlarda farklı renklerde olabilir.

Dokuya uygulanan stres ile görüntü oluşturabilme ve optimal görüntü elde edilmesi arasında ilişki vardır. Ancak, uygulanan basının incelenecek alana dik olarak yapılması önemlidir. Aksi durumlarda görüntü elde edilmesi daha zor olmaktadır ve elde edilen görüntülerde artefaktlar oluşabilmektedir.

Elastografinin değerlendirilmesinde önemli rol oynayan iki tanımlama bulunmaktadır. Bunlar; bellek modülü (Storage modul) ve elastik kontrasttır (29).

#### *Bellek modülü (Storage modul)*

Young katsayısının önemli bir parçasıdır. Doku ya da cisimin elastik özelliğinin ölçümüdür.  $\Delta$ =gerinim/stres olarak ifade edilir. Birimi KPa'dır (29).



### *Elastik kontrast*

İncelenen lezyon ile çevreleyen dokunun esneklik katsayıları arasındaki farktır. Elastogramın kalitesi, dokudaki elastik kontrastlar ile yakından ilişkilidir (29).

### *2.2.2. US-Elastografide görüntü kalitesini etkileyen faktörler*

Havre ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada elastografi kalitesini potansiyel olarak etkileyen bazı faktörler değerlendirilmiştir (29). Bunlar;

#### *Çeviricinin titreşim hızı*

Gerinim oluşturabilmek için dokuya manuel olarak, dik olarak belli bir hız ile tekrarlayan basılar uygulanır. En iyi görüntü kalitesinin 80 ila 120 vuru/dak hız ile uygulanan elastogramlar ile elde olduğu, 40 vuru/dak'nın altındaki ve 160 vuru/dak'nın üstündeki vuru hızların elastogram kalitesinde azalmaya yol açtığı ifade edilmiştir.

#### *İlgi alanı (Region of Interest, ROI)*

Elastografi ile incelenecek alandır. Elastografi, dokuların gerinim miktarları arasındaki oranı tespit ettiğinden, ilgi alanında patolojik dokunun yanı sıra normal doku da bulunmalıdır. En iyi görüntü kalitesini elde edebilmek için lezyonun, ilgi alanının merkezinde olacak şekilde kapsanması ve incelenmek

istenen alanın en az %50'sini kaplaması gerekmektedir. %10-20 kapsama miktarı ile elastogram ilgi alanı olan dokudan çok daha derinde yerleşmiş dokuların gerinim değerlerinden etkilenecek ve dağılım artefaktı ortaya çıkacaktır. İlgi alanı olan doku sertleştikçe gerinim oranı, ilgi alanının boyutlarından daha az etkilenmektedir (29).

#### Çerçeve (frame) hızı

Özilinti (autocorrelation) için gerinim verilerin hangi sıklıkta toplandığını toplandığını ifade etmektedir. İlgi alanının genişlik ve derinliğine uygun değer seçilmelidir. Derin ve daha büyük örnekler için 6-13 çerçeve/s, daha yüzeysel ve küçük dokular için 7-16 çerçeve/s arasında değerler seçilmelidir. Çerçeve hızı, görüntü kalitesini probun hareket hızı ile birlikte etkilemektedir. Prob daha yavaş hareket ettirildiğinde, gerçek-zamanlı elastogram elde edebilmek için daha düşük çerçeve hızı değerleri kullanılmalıdır.

Elastografi yazılımının kullandığı bazı parametreler (dinamik dağılım, süreklilik gibi) ve çeviricinin frekansının doku derinliğine göre seçilmesi elastografi kalitesini etkileyen diğer faktörler olarak sayılabilir (29).

#### *2.2.3. US-Elastografinin Kullanım Alanları*

Elastografinin meme ve prostat kanserini göstermedeki yüksek duyarlılığı deneysel ortamda ve çeşitli klinik çalışmalarda gösterilmiştir (30-33). Elastografi,

günümüzde meme, prostat, tiroid, lenf nodu, pankreas, karaciğer gibi yapıların görüntülenmesinde kliniklerde kullanılmaya başlanmıştır.

## **2.3. SERVİKAL LENF NODLARI**

### *2.3.1. Lenf nodlarının embriyolojisi, yapısı ve işlevi:*

Boyun lenfatik sisteminin üç bileşeni mevcuttur. Bunlar kapillerler, lenf damarları ve lenf nodlarıdır. Lenf kapillerlerinin sadece endotelleri mevcuttur ve kan kapillerlerinden daha geniştir. Bu bileşenin gastrointestinal sistem ve üst solunum yolunda önemi büyüktür. Bunlar dışta longitudinal yumuşak doku katmanı, ortada sirküler düz kas katmanı ve içte longitudinal elastik katmanı bulunan lenf damarlarına drene olmaktadır. Bu damarlar venöz sistemden daha fazla kapak içermekte ve bu kapaklar lenf akımını kolaylaştırmaktadır. Lenf damarları daha sonra lenf nodlarına drene olmaktadır. Lenf sıvısı sonunda internal juguler ve subklavian venlerin birleşme yerinde venöz sisteme girmektedir (1).

Baş ve boyun bölgesi tüm lenf nodlarının yaklaşık %30'unu içermektedir. Bu bölgede lenf nodları, yüzeysel servikal ve paravertebral fasialar arasında bulunmakta ve cerrahi girişimle çıkarılmaları kolay olmaktadır (1).

### *Embriyoloji*

Sisterna şilinin superior kısmı dışında, lenf keseleri, erken fetal dönemde lenf düğümü gruplarına dönüşür. Mezenşim hücreleri, her bir lenf kesesini istila eder ve lenf kesesi boşluklarını lenf sinüslerinin taslağı olan bir lenf kanalları ağına parçalar. Başka mezenşim hücreleri de lenf düğümlerinin kapsül ve bağ dokusu ağını oluşturur (34).

### *Yapısı ve İşlevi*

Lenf nodları lenfoid dokudan oluşmuş olup lenfatik damarların seyri boyunca yerleşim göstermektedirler. Baş ve boyun bölgesinde lenf nodlarının boyutları 3-25 mm arasında değişmekte olup kısmen ya da tamamen yağ dokusu ile çevrelenmiş olarak yumuşak doku içerisine gömülüdür (2).

Lenf nodları fibröz bir dokudan oluşan kapsülle çevrelenmiştir. Kapsülden lenf nodu içerisine aynı yapıda bağ dokusu bölmeleri, trabekulalar ilerler. Trabekulalar medullada, medullar trabekula adını alır ve lenf nodunun farklı bölgelerinde kan damarları ve sinirlere eşlik eder. Kapsül ve trabekülalar aynı zamanda lenf nodunun şeklinin korunmasında çerçeve görevi görür (5).

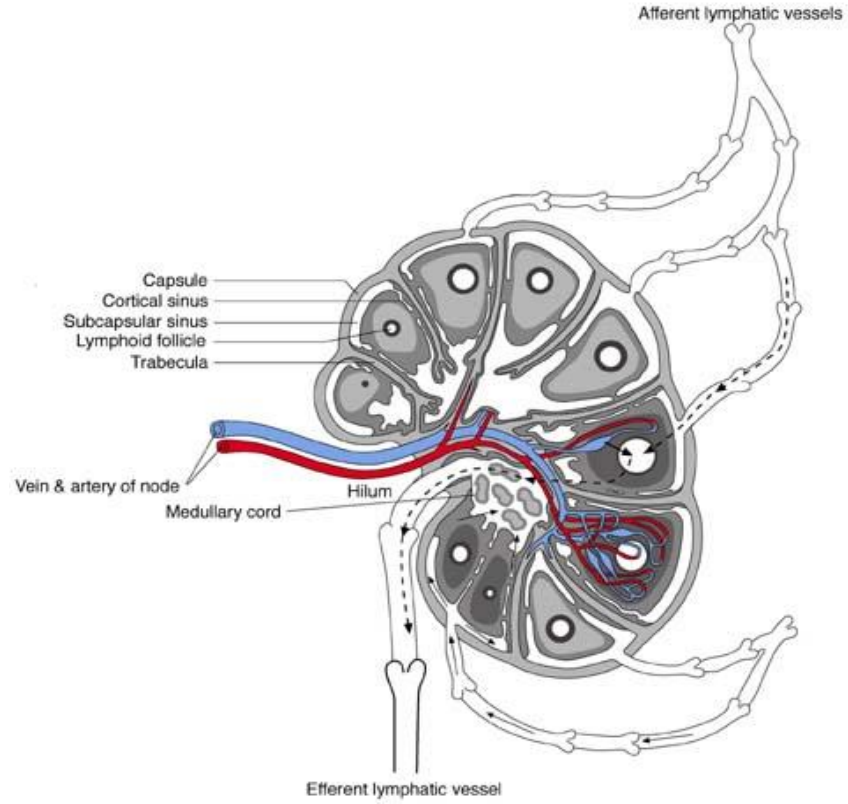
Lenf nodları dışta korteks, içte medulla olmak üzere iki bölgeden oluşur. Kortekste lenfoid foliküller, medullada ise medüller trabekula, medüller kordlar, medüller sinüsler ve bağ dokusu bulunur. Medüller kor ve sinüsler retikulum

hücrelerinden oluşmuştur. Meduller kordlar paralel dizilim göstermekte olup çoğu uzun ya da düzensiz şekillidir. Medullar kordlar, medüller sinüsler ile çevrelemektedir. Medüller sinüsler, lenf sıvısı ile dolu yapılardır (5).

Parakorteks, korteks ile medulla arasında bulunan, lenfositlerin kandan lenfatik sisteme geçtiği ara bölgedir (5).

Lenfatik sinüslerin merkezde toplanması ile hilus oluşmaktadır. Ana besleyici arter lenf noduna hilus düzeyinde girerek arteriollere ayrılır. Medullada arteriollerin bazıları trabekulalar boyunca kortekse doğru uzanır. Bazılarında medulladaki kapiller yatakları beslerler. Kortekste, arterioller lenfoid folikülleri besleyen kapillerleri oluşturmak üzere dallanır. Venöz sistemde lenf nodunda arteriyel sisteme benzer bir yol izler. Kortekste, venüller bir araya gelerek küçük venleri daha sonra küçük venler medullada bir araya gelerek ana veni oluştururlar. Ana ven, daha sonra hilus düzeyinde lenf nodunu terk eder (5).

Lenf nodlarına lenf sıvısını taşıyan damarlara afferent (getirici), lenf nodundan çıkanlara efferent (götürücü) lenf damarları denir. Afferent (getirici), lenf damarları ilk olarak kapsülün hemen altında bulunan subkapsüler sinüse drene olur. Burası genellikle metastazların ilk ortaya çıktıkları yerdir. Lenf sıvısı daha sonra önce korteks, sonra medullanın lenfatik sinüslerine geçer ve medullanın santral bölgesinden çıkan efferent (götürücü) lenf damarlarında toplanır. Efferent (götürücü) lenf damarları hilusta lenf nodunu terk eder (35) (Şekil 2).



**Şekil 2.** Normal Bir Lenf Nodunun Kesitsel Görünümü (5. kaynaktan alınmıştır)

Lenf nodları, lenf sıvısının yabancı maddelerden, enfeksiyon ajanlarından ve antijenlerden arındırılmasında ve immün yanıt oluşturulmasında görevlidir. Lenf akımı lenf nodlarına kapsülü delerek öncelikle subkapsüler sinüslere ulaşan afferent lenfatikler yolu ile ulaşır. Bu nedenle lenf nodlarında metastatik tümörlerin ilk yerleşim yeri subkapsüler sinüslerdir. Burada özellikle yabancı madde ve mikroorganizmaları fagosite eden makrofajlar da yer almaktadır. Korteksde ise ortalarında antijenle uyarılan B lenfositlerin olgunlaştığı germinal merkezler bulunan lenfoid foliküller bulunmaktadır. Foliküller arasındaki parakortikal korteks bölgesinde ise T lenfositler yoğunlaşmıştır. Dolayısı ile lenf nodülü bir immün yanıt için gerekli tüm hücreleri uygun bir mikroanatomik yerleşimde bir

araya getirmektedir. Afferent lenfatik damarlarla gelen bir antijen veya makrofajlar tarafından fagosite edilerek yardımcı T hücreli ve B lenfositlere sunulmakta, B lenfositler de germinal merkezde diferansiye olarak özgül antikor üreten plazma hücrelerine dönüşmektedir. Plazma hücreleri medullaya geçerek medüller sinuslarda yerleşmekte ve salgıladıkları antikorları medüller kordlara vermektedir. Antikorlar daha sonra lenf nodlarından çıkan efferent lenfatik damarlar yolu ile ductus thoracicus'a, oradanda kan dolaşımına ulaşmaktadır. Lenf nodları aynı zamanda lenfoid hücrelerin çoğaldıkları ve immün uyarılar karşısında farklılaştıkları sekonder immün organlar arasındadır. Burada çoğalan lenfositler özel bir damar türü olan yüksek endotelli venüllerden geçerek dolaşıma katılırlar. Daha sonra afferent lenfatik damarlar yolu ile tekrar lenf nodulüne dönerler. Böylece immün yanıtın tüm vücutta yaygın bir şekilde yansımaları sağlanmaktadır.

Lenfositlerin bu fonksiyonlarını görebilmeleri için diğer hücreler ile ve kendi aralarında iletişim ve etkileşimlerini gerçekleştiren özel yüzey molekülleri vardır. Bunlar monoklonal antikorlar aracılığı ile belirlenerek hücre tipleri ve fonksiyonları arasında ilişkiler kurulmuştur. Aynı antijenik epitopu tanıyan antikor gruplarına da diferansiyasyon kümesi (cluster of differentiation-CD) adı verilmiştir. Bu terminolojiye göre, örneğin tüm T lenfositlerin ortak bir yüzey reseptörüne CD3; yardımcı T lenfositlerinin belirleyicisine CD4; baskılayıcı T lenfositlerinininkine CD8 gibi adlar verilmiştir. Benign ve neoplastik hastalıklarda farklı hücre tipleri çeşitli yöntemlerle belirlenerek hücrel reaksiyonların niteliği daha iyi karakterize edilebilir. Nitekim lenf nodlarında B hücre kökenli neoplazilerde normal B hücrelerinin yaptığı şekilde folliküler yapılar oluştuğu gözlemlenebilir. Aynı şekilde T hücreli neoplazilerde hücreler normal T hücreleri gibi

öncelikle parakortikal bölgelerde yerleşirler. T lenfosit reaksiyonunu uyaran viral enfeksiyonlarda da lenf nodlarında parakortikal bölgelerde belirgin hücre çoğalması görülür. Lenf nodlarının lenf akımı üzerindeki anatomik yerleşimleri ve akımın yönü hastalıkların niteliği ve lokalizasyonu hakkında bilgi verici olabilir. Vücuttaki temel lenf nodu gruplarının ve bunların boşalttığı bölgeler aşağıdaki şekilde özetlenebilir: Boyun bölgesindeki servikal lenf nodu grupları baş ve boyun bölgesinin lenf akımını toplar. Çene altındaki submental ve submandibuler lenf nodları ağız ve tükürük bezleri bölgesini boşaltır. Juguler, supraklavikuler ve suboksipital lenf nodları baş-boyun ve göğüs boşluğu yapılarının patolojilerinde büyürler. Gözler, kulaklar ve kafa derisi preauriküler ve postauriküler lenf nodlarına boşalır. Aksiller bölgedeki lenf nodları üst ekstremiteler, göğüs duvarı, meme ve toraks boşluğu yapılarını drene ederler. Alt ekstremiteler ve genital bölge patolojilerinde inguinal lenf nodları tutulur. Eksternal iliak ve femoral lenf nodları ise direkt olarak pelvik yapıların hastalıklarını yansıtır. Derin lenf nodu grupları ise mediastinal, hiler, mezenterik, paraaortik, retroperitoneal bölgelerde yoğunlaşmıştır. Bunlar hem ilgili oldukları iç organlardan hemde sekonder olarak yüzeysel lenf nodlarından etkilenirler.

### *2.3.2. Servikal lenf nodlarının sınıflandırılması*

Servikal lenf nodları için en sık kullanılan sınıflandırma Rouviere tarafından 1938 yılında yapılmıştır (36). Bu sınıflandırma sisteminde kullanılan referans noktaları, palpasyonla rahatlıkla erişilebilen boynun yüzeysel üçgenlerine dayanır. Rouveirei, Baş ve boyun lenf bezlerini preservikal halka, derin servikal grup ve



aksesuar zincir olmak üzere 3 ana grupta toplamıştır. Buna bazı araştırmacılar tarafından subgruplar ilave edilmektedir.

### **Baş ve Boyun Lenf Nodlarının Sınıflandırılması (Rouveire)**

#### A. Periservikal Halka

1. Oksipital
2. Retroaurikuler
3. Parotis
4. Submandibuler
5. Submental

#### B. Derin Servikal Grup

##### 1. İnternal Juguler Zincir

###### a) Anterior Grup

- Üst

- Orta

- Alt

###### b) Lateral Grup

##### 2. Spinal Aksesuar Zincir

##### 3. Transvers Servikal Zincir

#### C. Aksesuar Zincir

1981 yılında Shah ve ark. (37) anatomiye dayalı terminoloji yerine daha basit, seviyelere dayalı bir sistem kullanımını düşünmüşlerdir.

Yakın zamanda kullanıma giren ve yaygın kabul gören sınıflandırmalarından birisi, American Joint Committee on Cancer'in (AJCC) 1997 versiyonudur (38).

#### AJCC'nin Lenf Nodu Sınıflandırması:

- Seviye 1: Diğastrik kasın posteriyor karnı, inferiyorda hyoid kemik, süperiyorda mandibula korpusu tarafından sınırlanan submental ve submandibular üçgenleri içerir.
- Seviye 2: Üst jügüler lenf nodlarını içerir. Süperiyorda kafa tabanından inferiyorda hyoid kemiğe kadar uzanır.
- Seviye 3: Orta jügüler lenf nodlarını içerir. Süperiyorda hyoid kemikten inferiyorda krikotiroid membrana kadar uzanır.
- Seviye 4: Alt jügüler lenf nodlarını içerir. Süperiyorda krikotiroid membrandan inferiyorda klavikulaya kadar uzanır.
- Seviye 5: Anteriyorda sternokleidomastoid kasın posteriyor kenarı, inferiyorda klavikula ile sınırlanan posterior üçgendeki lenf nodlarını içerir. Seviye 5 seviye 2, 3, 4'ün süperior ve inferior sınırlarına uyacak şekilde üst, orta ve alt seviyelere de ayrılabilir.
- Seviye 6: Süperiyorda hyoid kemik, inferiyorda suprasternal çentiğe kadar anterior kompartmanın lenf nodlarını içerir. Karotid kılıflarının mediyal kenarları arasında uzanır.
- Seviye 7: Suprasternal çentiğin altında, üst mediyastendeki lenf nodlarını içerir.

1998 yılında American Academy of Otolaryngology- Head and Neck Surgery (AAO-HNS) AJCC'nin oluşturduğu sınıflandırma sisteminini modifiye

etmiştir (39): Seviye 2 lenf nodları internal jügüler zincir (2A) ve spinal aksesuar zincir (2B) olarak ikiye ayrılmıştır. Seviye 4 lenf nodları sternokleidomastoid kasın sternal basının derininde kalanlar (4A), klavikular basının derininde kalanlar (4B) olarak ikiye ayrılmıştır. Seviye 5'i AJCC sınıflandırma sisteminin önerdiği 3 kısım yerine üst ve alt olmak üzere 2 kısma ayırmışlardır. Bu değişikliklerin sebepleri;

- Seviye 2B lenf nodlarının tutulumu sıklıkla orofarinks ve nazofarinks tümörlerinde görülür.
- Seviye 4A lenf nodu tutulumunda seviye 6 lenf nodlarının tutulma riski yüksektir.
- Seviye 4B'deki lenf nodu metastazları seviye 5'teki lenf nodu metastazları ile birlikte dir.
- AJCC sistemine göre seviye 5'in üst kısmında çok az lenf nodu izlenir. Bu nedenle omohyoid kasa göre pozisyonları belirlenerek süperior ve inferior olarak ikiye ayrılmıştır.

1999 yılında hem klinik incelemelerde hemde görüntüleme yöntemlerinde kullanılabilen, görüntülemeye dayalı sınıflandırma sistemi önerilmiştir. Bu sistem klinisyen ve radyoloğun aynı sistemi kullanmasına olanak sağlamıştır (38).

### **Görüntülemeye Dayalı Sınıflandırma Sistemi:**

**Seviye 1:** Submental ve submandibular lenf nodları

Hyoid kemiğin üzerinde, milohyoid kasın altında ve submandibular bezin posterior kenarının anteriorunda bulunurlar.

**Seviye 1A:** Submental lenf nodları

Digastrik kaslarının anterior karınlarının medial kenarları arasında bulunurlar.

**Seviye 1B:** Submandibular lenf nodları

Seviye 1A lenf nodlarının lateralinde ve submandibular bezin posterior kenarının anteriorunda kalırlar.

**Seviye 2:** Üst internal jügüler lenf nodları

Kafa tabanından hyoid kemiğin tabanı seviyesine kadar uzanırlar. Submandibular bezin posterior kenarının posteriorunda ve sternokleidomastoid kasın posterior kenarının anteriorunda yerleşirler.

**Seviye 2A:** Lenf nodları, internal jügüler venin anterior, medial, lateral, posteriorunda bulunurlar. Venin posteriorunda yerleşenlerin ven ile ara planları izlenmez.

**Seviye 2B:** Lenf nodları internal jügüler venin posteriorunda yerleşirler ve venden ara yağ planı ile ayrılırlar.

**Seviye 3:** Orta juguler lenf nodları

Hyoid kemiğin tabanı seviyesinden, krikoid arkın tabanı seviyesine kadar uzanırlar. Sternokleidomastoid kasın posterior kenarının anteriorunda yerleşmişlerdir.

**Seviye 4:** Alt juguler lenf nodları

Krikoid arkın tabanı seviyesinden klavikula seviyesine kadar uzanırlar. Sternokleidomastoid kasın posterior kenarı ile anterior skalen kasın posterior-lateral kenarı arasına çizilen hattın anteriorunda kalırlar. Karotid arterlerin lateralinde yerleşmişlerdir.

**Seviye 5:** Posterior üçgendeki lenf nodları

Kafa tabanından krikoid arkın tabanı seviyesine kadar sternokleidomastoid kasın posteriyor kenarının posteriorunda ve krikoid arkın tabanı seviyesinden klavikula seviyesine kadar sternokleidomastoid kasın posteriyor kenarı ile anterior skalen kasın posterior-lateral kenarı arasına çizilen hattın posteriorunda kalırlar. Trapezius kasının anterior kenarının anteriorunda uzanırlar.

**Seviye 5A:** Üst seviye 5 lenf nodları. Kafa tabanından krikoid arkın tabanı seviyesine kadar uzanırlar.

**Seviye 5B:** Alt seviye 5 lenf nodları. Krikoid arkın tabanı seviyesinden klavikula seviyesine kadar uzanırlar.

**Seviye 6:** Üst visseral lenf nodları

Hyoid kemiğin tabanı seviyesinden manubriumun tepesi seviyesine kadar karotid arterler arasında yerleşmişlerdir.

### **Seviye 7: Süperior mediastinal lenf nodları**

Manubriumun altından innominat venin üzerine kadar karotid arterlerin arasında uzanırlar.

**Supraklavikular lenf nodları:** Klavikula seviyesinde ve kaudalinde ve karotid arterlerin lateralinde bulunurlar.

**Retrofaringeal lenf nodları:** Kafa tabanının 2 cm'lik kesiminde internal karotid arterlerin medialinde uzanırlar.

**Nodal Evreleme:** 1997 yılında AJCC ve Uluslararası Kanseri Birliği (IUCC) tarafından ortak düzenlenen evreleme sistemi, nodal evrelemede kullanılmaktadır.

NX : Bölgesel lenf nodu yayılımı değerlendirilemez

NO : Bölgesel lenf nodu metastazı yok

N1 : İpsilateral, tek, en büyük çapı 3 cm ve daha küçük lenf nodu

N2a: İpsilateral, tek, en büyük çapı 3-6 cm olan lenf nodu

N2b: İpsilateral, çok sayıda, en büyük çapı 6 cm'den küçük olan lenf nodları

N2c: Bilateral ya da kontralateral yerleşimli en büyük çapı 6 cm'den küçük olan lenf nodları

N3 : En büyük çapı 6 cm'den büyük olan lenf nodları

1953 yılında cerrah Pierre Denoix tarafından tüm kanser bölgelerine uyarlanabilecek evreleme sisteminin prensipleri ve kodlarıyla tümör, nod, metastaz (TNM) sistemi geliştirildi, benimsendi ve 1968 yılında da yayınlandı. Günümüze kadar 6 kez tanı ve tedavideki ilerlemelerin neden olduğu çeşitli düzenlemeler yapıldı.

TNM evreleme sistemi bir kutu modelidir. Primer tümörün boyutuna (T), bölgesel lenf nodu tutulumuna (N), uzak metastaz varlığına (M) dayanan bir sistemdir. TNM evreleme sisteminde her bir eleman ortak paylaştıkları ve birbirlerinden ayrıldıkları yerlere göre sistemin içinde bir kutuya yerleştirilir ve ardından bunları birbirine yakınlıklarına göre evre adıyla tekrar gruplar. Her bir kutu içinde neler olacağını öngörmek için o gruptaki hastaların sağ kalım oranlarını kullanır (40). Sistemin özetle 5 amacı vardır:

1. Hastaların prognozunu göstermesi
2. Tedavi planlarında yol gösterici olması
3. Uygulanan tedavi etkilerinin takibine yardımcı olması
4. Tedavi merkezleri arasında bilgi paylaşımını kolaylaştıran ortak dilin geliştirilmesi
5. Tümör araştırmalarına katkıda bulunması

Tiroid ve nazofarinks kanserinde metastatik lenf nodlarının dağılımı diğer baş-boyun tümörlerinden farklı olduğundan AJCC ayrı nodal evreleme sistemleri düzenlemiştir (38).

### **Tiroid Kanseri İçin Nodal Evreleme**

NX : Bölgesel lenf nodu yayılımı değerlendirilemez

N0 : Bölgesel lenf nodu metastazı yok

N1a : İpsilateral servikal lenf nodlarına metastaz

N1b : Bilateral, kontralateral ya da orta hatta servikal ya da mediastinal lenf nodu metastazı

### **Nazofarinks Kanseri İçin Nodal Evreleme**

NX : Bölgesel lenf nodu yayılımı değerlendirilemez

N0 : Bölgesel lenf nodu metastazı yok

N1 : Tek taraflı, supraklavikular fossanın üstünde 6cm yada daha küçük boyutta lenf nodu metastazı

N2 : Bilateral, supraklavikular fossanın üstünde 6cm yada daha küçük boyutta lenf nodu metastazı

N3a : 6 cm`den büyük olan metastatik lenf nodları

N3b : Supraklavikuler fossaya uzanım



### 2.3.3. Servikal Lenf Nodu Patolojileri

Lenfadenopati lenf nodunun şişmesi ya da büyümesi anlamına gelir. Lenfadenit ile benzer anlamda kullanılır. Boyunda lenfadenopatiye neden çok sayıda benign ve malign neden bulunmaktadır. Günlük pratikte karşılaşılan lenfadenopatilerin büyük kısmı benign karakterde olup genellikle enfeksiyöz kökenlidirler. Dikkatli fizik muayene ve anamnez ile tanıya görüntüleme yöntemine gerek duyulmadan ulaşılır. Fizik muayenede 1 cm'den büyük, üzeri eritemli, palpasyonda hassas, lastik kıvamlı lenf nodları genellikle benign kabul edilir. 1 cm'den büyük, sert kıvamlı, ağrısız ve yaygın lenfadenopatiler ise ileri tetkik gerektirir. Primer veya metastatik bir hastalığın ilk belirtisi olabilir (41).

Lenfadenopatilerin yerleşim yerleri, patolojinin primer yerleşim yeri hakkında fikir verebilir. Preauriküler ve oksipital lenf nodları saçlı deriyi drene eder ve saçlı derideki yüzeysel enfeksiyonlara bağlı olabilir. Posterior auriküler lenfadenopatiler kulak ile ilişkili enfeksiyonlarda karşımıza çıkar. Tonsiller, submandibüler, submental lenfadenopatiler oral kavite ve yüzün yumuşak kısımlarını drene eder. Yüzeysel servikal lenf nodları boyunu drene ederken derin servikal lenf nodları larinks, trakea, tiroid, özefagusu drene eder. Supraklaviküler lenf bezleri göğüs, mediasten, sol tarafı ise abdomendeki lenfleri drene eden torasik kanalın drenaj bölgesidir. Sol supraklaviküler lenf nodu (Virchow's nodu) gizli bir abdominal malignite şüphesi uyandırır. Lenfadenopati ile karışabilecek tiroglossal kistler santral lokalizasyonlu olup, brankial kistler lateral lokalizasyona sahiptirler (41).

### *Benign Lenfadenopatiler*

Enfeksiyöz ve enfeksiyon dışı nedenleri bulunur. Enfeksiyöz nedenleri arasında viral, bakteriyel, parazitik ve fungal nedenler sayılabilir. Genellikle tek sayıda hafif ve ağrılıdır. Bunlarda üst solunum yolu enfeksiyonları tabloya eşlik eder. Lenf nodu palpasyonda yumuşak kıvamlı olarak hissedilir.

Fungal ve parazitik nedenli lenfadenopatiler bazı endemik bölgeler dışında viral ve bakteriyel gruba göre çok daha nadirdir.

Servikal lenf nodlarının bilinen bir nedene bağlı olmadan büyümesi özellikle çocukluk çağında karşılaşılmakla birlikte her yaşta görülebilen bir durumdur. Büyümüş lenf nodlarının çapı 3 cm'e ulaşabilir. Üst solunum yolu enfeksiyonları ile birlikte görülmeleri oldukça sıktır. Enfeksiyon tablosu geçtiği halde küçülmeleri uzun zaman alabilir. Sert, mobil, tek ve ağrısız kitle şeklinde karakterize bu durum, kronik nonspesifik lenfadenit olarak tanımlanmaktadır (1).

Enfeksiyon dışı nedenler arasında otoimmün hastalıklar, ilaç reaksiyonları, sarkoidoz, benign lenfoproliferatif hastalıklar (Kikuchi Hastalığı, Rosai-Dorfman Hastalığı, Kimura Hastalığı gibi) nadir de olsa servikal lenf nodu tutulumuna neden olabilir.

### Tüberküloz:

Tüberküloz, Mycobacterium tuberculosis'in neden olduğu kronik kazeifiye granülomadır. Genellikle 20-30 yaş aralığında izlenir. Ekstrapulmoner tüberkülozisi olan olguların yaklaşık %12'inde baş ve boyun tutulumu izlenir. Baş ve boyunda en sık servikal lenf nodlarını tutar (42). Tüberküloz lenfadenit genellikle tek taraflıdır. En sık jugulodigastrik, submandibuler, periaurikuler bölgelerde beslenirler. En sık saptanan klinik bulgu, genç, yetişkin bir hastada sistemik semptom olmaksızın duyarlı olmayan kronik, izole lenfadenopatidir. Hastada aktif tüberküloz her zaman tesbit edilmeyebilir. Deri testleride negatif ya da kuşkulu pozitif bulunabilir. Önceden mobil, lastik kıvamında palpe edilen lenf bezleri zamanla bu özelliğini yitirir, birbirleri ile gruplar oluşturarak deri altına fikse olurlar. Geç evrede soğuk apse formasyonu ve deriye fistülizasyon izlenebilir (1).

### Enfeksiyöz Mononükleozis:

Etkeni Ebstein-Barr Virüsü olup, adolesan ve genç erişkinlerde daha sık görülen bir hastalıktır. Diğer adı Öpücük hastalığıdır. Ateş, boğaz ağrısı ve yaygın lenfadenopati ile başlar (43). Lenf nodu tutulumunun karakteristik bir dağılımı vardır; tipik olarak simetrik ve arka boyun zinciri, ön boyun zincirinden daha sık tutulur. Arka boyun lenf nodları, sternokleidomastoid kaslarının derinindedir. Lenfadenopati, koltukaltı ve inguinal bölgede de olabilir bu enfeksiyöz mononükleozisi, farenjitin diğer nedenlerinden ayırmada yardımcı olur.

Lenfadenopati ilk hafta içinde pik yapar ve sonra yavaş yavaş 2-3 hafta içinde azalır (44).

#### Tularemi:

Tularemi, gram negatif bir basil olan *Franciella tularensis*'in neden olduğu bir hastalıktır. İnsanlar sıklıkla *F. tularensis*'i cilt veya mukozal yüzeylerden, enfekte hayvan dokusu veya vücut sıvısı ile temas sonrasında veya enfekte tatarcık, kene yada sivrisinek tarafından ısırılmayı takiben alır (42).

Hastalığın birkaç klinik formu tanımlanmıştır. Orofaringeal formu, ağızda ülserler, tonsilit ve servikal lenfadenit ile karakterizedir. Lenfadenopatilerin çoğu juguler zincirdedir. Ülseroglanduler formu ise deride ülserler ve ağrılı bölgesel lenfadenopatiler ile karakterizedir. Hassas lenfadenopatiler, glanduler formunda izlenir (42).

#### Kikuchi-Fujimoto Hastalığı:

Kikuchi Fujimoto hastalığı, nekrotizan granüloamatöz lenfadenit olarak da bilinir. İlk olarak 1972 yılında japon patologlar olan Kikuchi ve Fujimoto tarafından karakteristik histopatolojik görünümü nedeniyle malign lenfomayı taklit eden, kendi kendini sınırlayan benign nekrotizan lenfadenit sendromu olarak tanımlanmıştır. Çok nadir görülür. Prevalansı Japonlarda ve Asyalılarda yüksektir. Genellikle genç

kadınları etkiler. Literatürde yaş aralığı 6–80 arasında değişmektedir. Literatürde bazı infeksiyöz ajanların (özellikle viral) hastalığa sebep olabileceğinden bahsedilmektedir. Ancak hastalığın etiyolojisi kesin olarak aydınlatılamamıştır. Tipik olarak servikal bölgede lenfadenopati ve ateş ile karakterize bir hastalıktır. Servikal lenfadenopatiler hassas olup genellikle posterior servikal üçgende izlenmektedirler. Lenf nodu boyutları 0,5-4 cm arasında değişir. 5-6 cm boyutuna ulaşabilirler ancak 6 cm ve üzeri lenfadenopatiler nadirdir. Yaygın lenfadenopatiler izlenebilir ancak çok nadirdir (45-47).

#### Rosai Dorfman Hastalığı (Sinüs Histiositozis):

Rosai Dorfman Hastalığı, masif lenfadenopati ile seyreden idiopatik, benign bir hastalıktır. Lenfadenopatiler genellikle boyun bölgesinde izlenir. Ağrısız, büyümüş lenf nodları yıllarca durabilir ancak hastalık kendini sınırlar (9).

#### Sarkoidoz Ve Lenf Nodu Tutulumuyla Giden Diğer Nadir Hastalıklar

##### Sarkoidoz

Sarkoidoz, nonkazeifiye epitelooid granülomlarla karakterize, nedeni bilinmeyen kronik multisistemik granümatöz bir hastalıktır. Hastalık kendi kendini sınırlayabilir ya da atak ve remisyonlarla kronik bir seyir izleyebilir. Sarkoidoz baş-boyun bölgesinde genellikle servikal lenf nodlarını (%40) sonra

sırayla, göz (%50), parotis bezi (%7) ve larinksi (%6) tutar. Servikal lenfadenopatiler genellikle posterior boyun üçgeninde izlenir. Fizik muayenede düzgün sınırlı, hareketli ve hassas olmayan lenfadenopatiler şeklindedir (42). Servikal lenfadenopati ve çok sayıda parotid lenf nodu olan olgularda ayırıcı tanıda sarkoidoz ya da lenfoma akla gelmelidir (38).

#### Dermatopatik Lenfadenopati

Kronik dermatolojik hastalıkların lenfatik akımın boşaldığı bölgelerdeki lenf nodlarını tutan kronik lenfadenite verilen isimdir. En sık ekzema, psöriazis, eksfoliatif dermatit, nörodermatit ve seboreik dermatit ile birlikte görülür. Lenfoproliferatif hastalıklarla karıştırılması dışında klinik önemi yoktur (48).

#### Castelman`s Hastalığı

Dev hücreli lenf nodu hiperplazisi, anjiofoliküler lenf nodu hiperplazisi, anjiomatöz lenfoid hamatom, lenfoid hamartom olarak da bilinir. Lenfoid dokunun benign hastalığıdır. Etyolojisi bilinmemektedir. Sıkıkla asemptomatiktir. Lenfadenopatiler en sık mediastinal kitleler şeklinde izlenir. Toraks dışında boyun, aksilla ve pelviste de izlenebilir ancak tutulum nadirdir. Vasküler lezyonlar gibi homojen kontrastlanma göstermesi tipiktir. Kalsifikasyon içerebilirler. Lenfomadan ayırımı zordur (48,49).

## Kawasaki sendromu

Mukokutanöz lenf nodu sendromu olarak da bilinir. KH'nın etyolojisi belli değildir ve tanı koydurucu klinik ve laboratuvar bulguları bulunmamaktadır. Hastalık genellikle çocuklarda sık görülür. Ateş, servikal lenfadenopati, mukokutanöz bulgular ve koroner arterlerde vaskülit ile karakterizedir. Hastaların %90'dan fazlasında mukokutanöz değişiklikler görülmesine rağmen hastalığın temel özelliklerinden olan lenfadenit hastaların %50-75'de görülür. Lenfadenopati, genellikle tek taraflı, 1,5 cm'den büyük, ağrısız, nonsüpüratif özelliindedir. Histopatolojik incelemelerde yoğun mononükleer hücrelerin infiltrasyonu görülür ve ateşle beraber spontan olarak kaybolur. Hastalığın tanısı, belirli kriterler kullanılarak konulmaktadır (49,50).

### Kawasaki hastalığında kullanılan tanı kriterleri.

1. En az beş gündür devam eden ateş
2. Ekstremitte değişiklikleri (el ayası ve ayak tabanında eritem, endürasyon)
3. Döküntü
4. Orofaringeal mukoza ve dudaklarda değişiklikler
5. Bilateral nonoksedatif bulber konjunktivit
6. Servikal lenfadenopati

Tanı: 1 no'lu kriter + diğer kriterlerden en az 4 tanesi veya 1 no'lu kriter + diğer kriterlerden 3 veya daha azı + EKO ile gösterilmiş koroner arter hastalığı (50)

### HIV enfeksiyonu

HIV enfeksiyonunda servikal bölgenin her iki yanında lenfadenopatiler izlenmektedir. Lenfadenopatiler spesifik ya da tanı koydurucu değildir. Lenfadenopatiler genellikle viral enfeksiyonlara (Herpes, sitomegalovirüs, Rubella ve Epstein Barr virüs) bağlıdır. HIV enfeksiyonlarında klasik triad, iki taraflı lenfadenopati, çok sayıda lenfoepitelyal kist ile büyümüş adenoidlerdir (51).

### *Malign Lenfadenopatiler*

Tüm lenf nodu büyümelerinin %3'ünü oluştururlar. Primer ve sekonder (metastatik) olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

### Primer Form (Lenfoid Tümörler)

Lenfoid tümörler, boyunda tek ya da çok sayıda kitle olarak izlenir. Boyun lenf nodlarından köken alan lenfomalar, boyundaki primer tümöral şişliklerin %60'ını oluşturur. Lenfosarkom çocuklarda Hodgkin hastalığından hemen daima iki kez daha siktir. Lenfosarkomda görülen lenf nodları önceleri lastik kıvamında



ağrısız ve hareketlidir. Daha geç dönemde geniş, konglomere lenf nodları görülür. Olguların %75`inde tutulum tek taraflıdır. %90 üst servikal ve submandibular, %10 olguda da supraklavikular lenf nodları tutulur. Hodgkin hastalığında ise pediatrik olguların %80`inde tek taraflı tutulum izlenir. Bu hastalıkta da üst servikal ve supraklavikular lenf nodu tutumu sıktır. Baş ve boyun bölgesinin primer lenfomalarında, tüm olgularda Waldeyer halkası (palatin tonsil, lingual tonsil ve nazofarinks) mutlaka incelenmelidir. Metastatik lenf nodlarına aksine palpasyonda genellikle yumuşaktırlar (1).

#### Sekonder (Metastatik)

İleri yaşlarda boyun kitlelerinin büyük kısmı neoplazmlara bağlıdır. Bu neoplazmların önemli bir kısmını metastatik lenf nodları oluşturmaktadır. Lenfatik drenaj özellikleri doğrultusunda primer odak taranabilir.

**Preaurikuler lenf nodları:** deri, kulak, yüz ve parotis tümörlerinde,

**Submental lenf nodları:** burun ve dudak derisi, ağız tabanı tümörlerinde,

**Submandibular lenf nodları:** yüz, dudak, ağız boşluğu, paranasal sinüsler ve submandibular bez orjinli neoplazilerde,

**Superior grup internal jügüler lenf nodları:** Nazofarinks, orofarinks ve ağız tabanı tümörlerinde,

**Orta grup jüğüler lenf nodları:** hipofarinks, priform sinüs, larinks, tiroid tümörlerinde sık tutulurlar.

Supraklavikular fossada lenf nodu palpe edildiğinde genellikle akciğer, mediasten, meme ve üst gastrointestinal sistem tümörleri akla gelmelidir. Sol supraklavikular fossadaki lenf nodu büyümeleri, mide kanseri metastazlarında belirerek Virchow nodülü adını alır. Batın kitleleride sol supraklavikular lenf nodu metastazı yapabilir. Üst solunum ve sindirim sisteminden köken alan metastazlar superior jüğüler zincir lenf nodlarını da tutabilir. Fizik muayenede fiske ve sert olarak hissedilirler (1).

#### *2.3.4. Servikal Lenf Nodları ve Patolojilerinin Değerlendirilmesinde Ultrasonografi*

Malign lenfadenopati tanısı, şüpheli malign neoplazili hastalarda ve primer baş-boyun malign tümörü olan hastalarda tedavi öncesi evrelemede ve tedavi planlanmasında önem taşır.

Metastatik lenf nodunun varlığı 5 yıllık sağ kalım oranını %50`ye düşürürken, ek olarak karşı yanda metastatik lenf nodu saptanması 5 yıllık sağ kalım oranını %25`e düşürür (4).

Ultrasonografi, servikal lenf nodlarını değerlendirmede kullanılan hızlı, ucuz ve güvenilir bir görüntüleme yöntemidir. Ultrasonografi, servikal lenf nodu

değerlendirmede yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olup ince iğne aspirasyon biyopsisi ile kombine edildiğinde oranlar %98 duyarlılık ve %95 özgüllüğe ulaşmaktadır (52).

Gri skala (B-mod) ultrasonografi ile servikal lenf nodunun sayısı, boyutu, yerleşim yeri, şekil ve kenar özellikleri, iç yapısı, ekojenitesi, hilus varlığı, mikronodüler görünümü, intranodal nekrozun ve kalsifikasyonun varlığı ve komşu yumuşak dokuda ödem değerlendirilir (5-9).

Doppler ultrasonografi ile lenf nodlarında kan damarlarının dağılımı, intranodal rezistans ve kan akım hızı hakkında bilgi edinilebilir. Power Doppler ultrasonografi, renkli Doppler ultrasonografiye göre düşük kan akımına sahip küçük damarları daha iyi göstermektedir. Ancak Power Doppler ultrasonografi, harekete daha duyarlı olduğundan dolayı koopere olmayan hastalarda, büyük arter komşuluğunda yer alan lenf nodlarının ve şişman hastalarda yer alan derin yerleşimli lenf nodlarının incelenmesinde teknik olarak zordur (53). Spektral incelemede, damar direncini yansıtan rezistivite indeksi (RI), pulsatilite indeksi (PI) ve kan akım hızları hesaplanır (5).

Rutin incelemelerde sıklıkla boyunda özellikle submandibular, parotis, üst servikal ve posterior üçgenlerde normal lenf nodlarına rastlanmaktadır (9). Bu durumda normal ve anormal lenf nodlarının ayrımı, anormal lenf nodlarında ise benign-malign ayrımı önem kazanmaktadır.

### *Servikal Lenf Nodlarının Ayırıcı Tanısında Kullanılan Sonografik Özellikler*

#### Dağılım:

Normal ve reaktif servikal lenf nodlarına genellikle submandibular, parotis, üst servikal ve posterior üçgenlerde rastlanmaktadır. Metastatik lenf nodları için belirli bir bölge yoktur. Primer tümörü bilinen hastada, metastatik lenf nodlarının dağılımı, metastazları tanımlamada ve tümör evrelemesinde yardımcı olmaktadır. Primeri bilinmeyen tümörü olan hastalarda ise, metastatik olduğu kanıtlanmış lenf nodlarının dağılımı, primer tümör tanımlamada ipucu verebilmektedir. Özellikle tüberküloz ve lenfomatöz lenf nodlarının dağılımları spesifiktir (5,9). Tablo 3`te metastatik lenf nodlarının, lenfoma ve tüberküloz nodlarının dağılımları belirtilmiştir.

#### Sayı:

Sağlıklı bir bireyde en az beş ya da altı servikal lenf nodu rutin sonografik incelemede saptanabilir. Normal servikal lenf nodlarının ortalama sayısında belirgin bir ırksal ya da seksüel fark yoktur. İlerleyen yaşla birlikte sayılarında azalma izlenir (2).

#### Şekil:

Lenf nodlarının şekli, kısa aks boyutunun uzun aks boyutuna oranı ile ölçülür. Normal ve reaktif lenf nodları, oval ve fusiform şekilli olup kısa aks/uzun aks oranı  $<0.5$ `tir. Ancak normal ve submandibular lenf nodları genellikle

yuvarlak şekilli olup kısa aks/uzun aks oranı  $> 0.5$ 'tir. Malign ve tüberküloz lenf nodları ise genellikle kısa aks/uzun aks oranı  $> 0.5$  ve yuvarlak şekillidir. Fakat metastatik lenf nodları hastalığın erken evresinde oval şekilli olabilir. Bu yüzden şekil kriteride tanıda tek başına anlamlı değildir. Ancak intranodal tümör infiltrasyonunu tarifleyen ekzentrik kortikal hipertrofi, malign lenf nodlarını tanımlamada faydalanan bulgulardan biridir (5,8,53).

**Tablo 3.** Boyunda metastatik lenf nodlarının, lenfoma ve tüberküloz nodlarının dağılımları (5. kaynaktan alınmıştır)

Sık tutulan lenf nodu grupları	
Orofarinks, hipofarinks, larinks karsinomlarının metastazları	İnternal juguler zincir
Oral kavite karsinomlarının metastazları	Submandibular Üst servikal zincir
Nazofarinks karsinomlarının metastazları	Üst servikal zincir Posterior üçgen
Tiroid papiller kanseri metastazları	İnternal juguler zincir
Baş-boyun bölgesi dışından kaynaklanan metastazlar	Supraklavikular fossa Posterior üçgen
Lenfoma	Submandibular Üst servikal zincir Posterior üçgen
Tüberküloz	Supraklavikular fossa Posterior üçgen

Boyut:

Büyümüş lenf nodlarının tam ve doğru bir şekilde değerlendirilmesinde transvers çap ölçümü gereklidir. Normal lenf nodlarının longitudinal çapta oldukça değişken değerlere sahip olmasından dolayı, longitudinal çapın kullanımı çok anlamlı değildir. Bu yüzden evrelendirme ve takip amaçlı lenf nodu

ölçümleri, transvers düzlemden yapılacak incelemelerde gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Servikal bölgede 7-10 mm arasında eşik değerler tanımlanmıştır. Malign lenf nodları büyük olmaya meyillidir. Enflamatuar lenf nodları da malign lenf nodları kadar büyük olabilir. Ancak lenf nodu metastazlarının %33-71`inde lenf nodlarının maksimum çapı 1cm`den küçüktür. Bu nedenle boyut önemli bir kriter olmayıp bilinen malignitesi olan hastalarda, kontrolleri esnasında lenf nodlarının boyut artışı göstermesi daha anlamlı olup tedavi etkinliğinin takibinde önem kazanmaktadır (1,5,53-55)

#### Nod Sınırları (Kontur)

Reaktif ve normal lenf nodları, keskin olmayan sınır özelliğine sahip olup, metastatik ve lenfomatöz lenf nodlarında ise durum farklıdır. Tümoral infiltrasyon ve lenf nodunda yağ depozisyonunun azalması sonucu lenf nodu ile çevre yumuşak doku arasında keskin bir akustik fark oluşurç Bu nedenle malign lenf nodlarında keskin sınır özelliği izlenir. Keskin olmayan sınırlar, tuberküloz lenf nodlarında sık izlenir. Bu durum lenf nodu çevresinde izlenen ödem ve inflamasyonun (peradenitis) sonucudur. Malign olduğu bilinen lenf nodlarında izlenen keskin olmayan sınır özelliği ekstrakapsüler yayılımı işaret eder ki bu da hastanın prognozunun değerlendirilmesinde önemli bir bilgidir (5,9).

## Hilus

Normal lenf nodlarında hilus sonografik olarak ekojen görünümde olup çevre yumuşak doku ile devamlılık gösterir. Malign lenf nodlarında ise korteksin malign infiltrasyonu sonucu hilus eksantrik yerleşip inceler ya da tamamen kaybolur (9). Metastatik, lenfomatöz ve tüberküloz lenf nodlarında genellikle hilus net olarak izlenemez ancak tutulumun erken döneminde ekojenik hilus izlenebilir (56). Bu yüzden ekojenik hilusun varlığı ya da yokluğu tanıda tek başına anlamlı değildir (5).

## Ekojenite ve İçyapı

Normal, reaktif, lenfomatöz lenf nodları ve tüberküloz lenf nodları komşu kas dokusu ile karşılaştırıldığında genellikle hipoekoiktir. Benign lenf nodlarının iç yapısı homojen olup, akut lenfadenitlerde posterior eko tek bulgu olabilir. Metastatik lenf nodları genellikle hipoekoik olup, iç yapısı heterojen ya da nekroz odakları, fibrozis ve kalsifikasyonlara bağlı mikst görünümde olabilir. Tiroidin papiller karsinomunda lenf nodunda hiperekojen görünüm metastatik lenf nodlarını tanımada kullanılabilir. Boyunda hiperekoik lenf nodları saptandığında, radyolog primer tiroid tümörleri açısından tiroidi işlem esnasında mutlaka değerlendirmelidir. Literatürde, lenfomatöz lenf nodlarının, pseudokistik görünüme sahip oldukları belirtilmiştir. Pseudokistik görünüm lenf nodunda hipoekojenite ve posterior gölgelenme olarak tarif edilmekte olup lenf nodunun

yüksek selüler içeriğine bağlı olarak ortaya çıktığı ifade edilmektedir. Ancak teknolojinin ilerlemesi ile beraber yeni problemlerin kullanılması, lenf nodlarında pseudokistik görünümünden çok mikronodüler görünüm tariflenmeye başlanmıştır. Lenfomatöz lenf nodlarında retikülasyon, izlenen diğer bir sonografik bulgudur (1,5,57-60).

### Kalsifikasyon

Servikal lenf nodu kalsifikasyonları nadir görülür. Benign ve malign nedenleri bulunmaktadır. Eisenkraft ve Som, 2300 boyun bilgisayarlı tomografi incelemesi sonucu hastaların sadece %1`inde kalsifikasyonlar içeren servikal lenf nodları saptamıştır. Olguların %38 inde kalsifikasyon nedenleri arasında, benign nedenler (sarkoidoz, tüberküloz gibi granümatöz hastalıklar ve amiloidoz) bulunmuştur. Olguların %62 inde ise malignite neden olarak belirtilmiştir. En sık malign servikal lenf nodu kalsifikasyonu nedeni metastatik tiroid karsinomu olup medüller ve papiller alt tiplerinde sık izlenir. Baş ve boyun skuamöz hücreli kanser metastazları, metastatik akciğer ve meme adenokanserleri, radyoterapi ve kemoterapi sonrası Hodgkin lenfomada izlenen nodal kalsifikasyonlar diğer nedenler arasındadır. Büyük kortikal kalsifikasyonlar genellikle granümatöz hastalıklarda ve radyoterapi-kemoterapi sonrası metastatik lenf nodlarında izlenirken, mikrokalsifikasyonlar ise tiroidin papiller ve medüller karsinomlarında sıklıkla karşılaşılır. Baş ve boyun skuamöz hücreli kanseri olan hastalarda servikal



lenf nodunun tanımlanması, en önemli prognostik faktör olarak belirtilmiştir (54,61-62).

### İntranodal nekroz

Lenf nodunda nekroz izlenmesi patolojik olarak kabul edilmelidir. Malignitesi bilinen bir hastada lenf nodunda nekrozun saptanması, metastaz açısından şüphe uyandırmalıdır. Malign lenf nodlarında nekrozun nedeni, malign hücrelerin medullayı infiltre ederek kan akımını kesmesidir. İntranodal nekrozlar iki tiptir; Koagülasyon nekrozu ve kistik (likefaksiyon) nekrozu. Kistik nekroz daha sıktır. Koagülasyon nekrozu, intranodal ekojenik odak olarak, kistik nekroz ise lenf nodunda düzensiz sınırlı ekolüsen alan olarak izlenir. Kistik nekrozlar, skuamöz hücreli karsinom ve tiroid papillar karsinom metastazlarında sık izlenir. Tüberküloz lenf nodlarında ise hem koagülasyon hemde kistik nekroz ile karşılaşılabilir (5,8,53,54).

### Kortikal kalınlaşma

Hilus, kortekste kalınlaşmanın referans noktasıdır. Korteks, hilusun transvers çapının yarısından daha genişse kalın olarak kabul edilir. Lenf nodunun korteksi, korteksin en dar olduğu noktadaki çapının en az iki katı kalınlığında ise asimetric olarak kabul edilir. Metastatik lenf nodlarında, tümörlerin ilk yerleşim yeri subkapsüler sinüslerdir. Burada yerleşerek fokal kortikal genişlemeler

oluşturup normal lenfoid dokuyu komprese ederler. Bu nedenle eksentrik kortikal genişleme metastatik lenf nodlarının karakteristik gri skala bulgularındandır. Benign lenf nodlarında ise difüz kortikal genişleme izlenir (53).

#### Yardımcı özellikler

Servikal lenfadenopatilerin değerlendirilmesinde kullanılan yardımcı özellikler, yumuşak doku ödemi ve kümeleşmedir. Ultrasonografide yumuşak doku ödemi, fasial planların net olarak izlenmediği diffüz hipoekoik alanlar şeklindedir. Kümeleşme ise aralarında normal yumuşak dokunun izlenmediği gruplanmış anormal lenf nodları şeklinde izlenir (63). Tüberkülozda izlenen yumuşak doku ödemi ve kümeleşmenin, perinodal inflamatuvar reaksiyona (peradenitis) bağlı olduğu düşünülür. Yumuşak doku ödemi ve kümeleşme aynı zamanda boyun bölgesine radyoterapi almış hastalarda da beklenen bir bulgudur (64).

#### Damarlanma Özellikleri

Malign tümörlerin ve lenf nodların damarlanmaları, önceleri invaziv anjiyografi ve invitro immünohistokimyasal yolla değerlendirilirken gelişen teknoloji ile birlikte günümüzde noninvaziv olarak Doppler ultrasonografi ile gösterilebilmektedir (65).

Onkogeneziste artmış kan kan akımı sık karşılaşılan bir bulgudur. Tümör boyutu birkaç milimetrenin üstünde olduğu zaman salınan anjiyogenetik faktörlerin etkisiyle anjiyogenez başlar. Ancak yeni oluşan damarlar ince duvarlıdır, kas tabakaları yoktur, arteriovenöz şantlar nedeniyle kaotik bir dağılım paternine sahiptirler. Buna dayanarak meme, karaciğer, böbrek gibi organlarda Doppler ultrasonografi ile tümör vaskülarizasyonu çalışılmıştır. Benzer şekilde servikal lenf nodları da renkli Doppler ultrasonografi (RDUS) ve power Doppler ultrasonografi (PDUS) ile incelenerek benign-malign ayrımı yapılmaya çalışılmıştır (53,66).

Lenf nodlarının damarlanma özellikleri dört ana gruba ayrılabilir (67):

- 1. Hiler:** Hilusdan radial olarak yayılan akım,
- 2. Kapsüler (ya da periferal):** Lenf nodu periferinde hiler damarlardan orijin almayan periferden lenf noduna perfore olan akım sinyalleri,
- 3. Mikst:** Hem hiler hem de periferal akımın bulunması,
- 4. Avasküler:** Lenf nodunda akımın olmaması

Literatürde lenf nodlarının vasküler paternleri ile ilgili yapılmış farklı çalışmalar bulunmaktadır. Wu ve ark. ek olarak lenf nodunun her bölgesinde küçük bağlantısız kan damarları ile karakterize “noktalı” paterni tanımlamışlardır (66).

Normal bir lenf nodu bir veya iki hiler arter (ortalama 0.14 mm çapında) ile beslenir. Bu arterler hilusa girdikten sonra medulla boyunca dallanarak

subkapsüler kapiller arkada ulaşırlar. Nadiren arter kapsülü deler. Venöz akım ise parakorteksteki postkapiller venüller ile başlar. Venüller sonra daha büyük venülleri oluşturmak üzere birleşir ve sentripedal olarak hilusta ana venlere (ortalama 0.14 mm çapında) dökülürler. Invitro yapılan çalışmalar renkli Dopplerde izlenen akım sinyallerinin sadece akım hızına değil aynı zamanda damar çapına da bağlı olduğunu göstermiştir. Bu yüzden normal lenf nodlarında renkli Doppler ultrasonografi çalışmaları en iyi hiler damarlarda veya ilk dallarında yapılabilmektedir. Akut lenfadenitlerde inflamasyona bağlı vazodilatasyon nedeniyle hem kan akımı hemde damar çapı artar. Bu yüzden artmış kan akımı Doppler ultrasonografide kolaylıkla gösterilebilir. Diğer taraftan kronik lenfadenitlerde fibrozis kaynaklı düşük empedans (iç direnç) nedeni ile kan akımı azalır. Dolayısıyla Doppler ultrasonografide vaskülaritesi azalmış olarak izlenir (65).

Malign lenf nodlarında farklı evrelerde farklı vasküler paternler izlenir. Mikroinfiltrasyonun erken döneminde lokal immün cevaba bağlı olarak vaskülarite artabilir ve hiler tip vaskülarizasyon genellikle izlenir. Bu dönemde lenf nodunun yapısı nadiren bozular. Boyutları küçük ve oval şekilli olarak izlenir. Malign süreç, ilerlediğinde lenf nodunun boyutu artar ve şekli yuvarlak hale gelir. Neoplastik kitleler, nekroz veya dezmoplastik reaksiyon nedeni ile lenf nodunun orijinal yapısı bozular. Lenf nodu vaskülaritesi, tümör hücrelerinden salınan anjiogenetik faktörlerin etkisi ile artabilir veya tümör hücrelerinin vasküler yapıları sarması ya da basılması sonucu azalabilir. İkinci durumda kapsüler damarlar izlenebilir (65).

Wu ve ark. (65) iki ana vasküler paternden bahsetmişlerdir. Bunlardan benign olanlarda avasküler ve hiler patern, patolojik olanlarda ise noktalı, periferel ve mikst paternden bahsetmiştir. Bahsedilen paternler malign ve benign lenf nodlarını ayırmada bir kriter olarak kullanıldığında doğruluğu %81, özgüllüğü %76 olarak bulunmuştur. Bunlara boyut kriteride eklendiğinde benign vaskülarizyon gösteren benign lenf nodlarını tanımadaki özgüllüğü %90`nin üzerinde bulunmuştur.

Giovagnorio ve ark. (68), power Doppler ile yaptıkları çalışmada lenf nodlarında 3 temel vasküler patern belirlemişlerdir. Tip 1 olarak ifade edilen patern tek bir vasküler kutuptan ibarettir. Tip 2`de hipertrofik vasküler kutup söz konusudur. Tip 3`te ise temel olarak periferel vaskülarite hakimdir. İlk patern kronik lenfadenitlere özgü kabul edilmekte olup yöntemin sensitivitesi %85, spesifitesi %90 olarak bildirilmektedir. İkinci ve üçüncü tiplerin ise akut inflamatuvar ve neoplastik lenf nodlarında görüldüğü belirtilmiştir. Bu grupların özgüllüğü %47-91, duyarlılığı ise %55-68 arasında değişmektedir.

Na ve ark (69), benign lenf nodlarının %94`ünde santral hiler vaskülarite, radial simetrik santral vaskülarite ile birlikte periferel damarlanmanın olmayışı ile karakterize intranodal Doppler görünümü saptamışlardır. Malign lenf nodlarının %98`inde ve tüm tüberküloz lenf nodlarında ise ekzentrik ya da hiler vaskülarite yokluğu, radial vaskülaritede deformasyon ve periferel vaskülarite ile karakterize anormal vasküler paternden bahsedilmiştir.

Tschammler ve ark (70,71), renkli Doppler ultrasonografinin, lenf nodlarının iç vaskülaritesinden yola çıkılarak, yüzeysel lenf nodlarının malign-benign ayırımında yararlı ve güvenilir bir yöntem olduğunu özgüllüğünün %77, duyarlılığının %96 düzeyinde olduğunu belirtmektedir.

Tschammler ve ark.'nın renkli Doppler incelemede benign lenf nodları için tanımladıkları morfolojik özellikler (70-71) :

- Hiler damarlar (Bir kutupta lenf nodunun yüzeyini çaprazlarlar)
- Longitudinal damarlar (Hiler damarlardan köken alırlar, lenf nodunun uzun eksenine ya da cilt yüzeyine paralel seyir gösterirler)
- Longitudinal damardan köken alan yan dallar (lenf nodu korteksine doğru sentripedal seyir gösterirler)
- Kısa santral damar segmentleri

Malign lenf nodları için tanımladıkları morfolojik özellikler:

- Yer değiştirme (İntranodal damarlar eğri seyir gösterirler)
- Aberan damarlar (Cilt yüzeyi ya da lenf nodunun longitudinal aksı ile 30 derecenin üstünde açı oluşturan bir ya da daha fazla santral damar olup longitudinal damardan köken almazlar)
- Damarsız odak (Akım sinyalinin olmadığı bölge olup nodal dokunun geri kalan kısmında artmış damarlanma izlenir)

- Subkapsüler damarlar (lenf nodunun çevresinde, hiler ya da longitudinal damarlardan köken almayan iki ya da daha fazla damar segmenti)

Normal ve reaktif lenf nodları, hiler vaskülariteye ya da avasküler olmaya meyillidirler. Fakat metastatik lenf nodları periferal veya mikst (periferal hiler birlikte) vaskülarite göstermeye meyillidirler. Mikst vaskülarite aynı zamanda lenfomatöz lenf nodlarında da sık görülür. Periferal vaskülarite, metastatik lenf nodlarının aksine lenfomatöz lenf nodlarında tek başına çok nadir izlenir. Bu yüzden Ahuja ve ark. (8), periferal vaskülarite varlığının (hiler vaskülarizasyondan bağımsız), maligniteyi yüksek oranda düşündürdüğünü belirtmişlerdir.

Power Doppler ultrasonografinin lenf nodunun vasküler paternini göstererek, metastatik ve benign lenf nodlarının ayırımındaki duyarlılığı (%83–89) ve özgüllüğü (87–98%) ise yüksektir.

Tüberküloz lenf nodunun Doppler sonografideki vasküler paterni, hem benign hem de malign nedenleri taklit edebilmesi nedeniyle çeşitlidir. Periferal vaskülarite tüberküloz lenf nodlarının %31'inde izlenir. Avaskülarite ise %19'unda izlenir. Bunun nedeni, yaygın intranodal kistik nekroz ile ilişkili olabilir. Avaskülarite, tüberkülozda hastalığın daha geç dönemlerini yansıtabilir. Bu dönemde fibrozis ve hiyalinizasyon nedeni ile lenf nodundaki damarlarda bası ve hasarlanma izlenebilir. Yaygın intranodal kistik nekroz ile ilişkili olarak %81 oranında yerdeğiştirmiş vaskülarite izlenir. Bu özellik normal ve patolojik lenf

nodlarında nadir izlendiğinden, tuberküloz lenf nodlarını ayırmada yardımcı olabilir (8).

### Damarsal Direnç

Damarsal direnç parametrelerinin (rezistivite indeksi, RI, pulsatilite indeksi, PI) benign ve malign lenf nodlarını ayırmadaki rolü tartışmalıdır. Spektral incelemede reaktif lenf nodlarının RI ve PI değerlerinin metastatik lenf nodlarından düşük olduğu bazı çalışmalarda belirtilmiştir. Ancak Adıbelli ve ark. (72) benign ve malign lenf nodları arasında fark saptamamışlardır. Ahuja ve ark. (73), lenf nodunun gri skala sonografik özellikleri ile vasküler paterni birlikte değerlendirildiğinde, metastatik ve benign lenf nodlarını ayırmada daha yüksek oranda doğruluğa sahip olunacağından bahsetmişlerdir. Bu yüzden tek başına lenf nodlarının damarsal direncini ölçmenin günlük pratikte çok anlamlı olmayacağından bahsedilmiştir.

### 2.3.5. Servikal lenf Nodları ve Patolojilerinin Değerlendirilmesinde

#### *Diğer Görüntüleme Yöntemleri*

#### *Bilgisayarlı Tomografi (BT)*

Bilgisayarlı tomografi birçok kanser türünün evrelemesi amacıyla özellikle yüzeysel olmayan lenf nodlarının saptanmasında rutin olarak kullanılan tanı



yöntemidir. Nodal metastazları değerlendirmede kullanılan kriterler, boyut, kontur, ekstrakapsüler (nodül dışı) yayılım ve santral nekrozdur.

### BT Değerlendirme Kriterleri

a)Lenf nodu boyutu: BT'nin yeni kullanıma girdiği dönemlerde, kansersiz olgulardaki lenf nodu boyutlarındaki varyasyon aralığı incelenerek lenf nodu metastazları için boyut kriterleri geliştirilmiştir (74,75). Başlangıçta 1,5 cm'den büyük lenf nodları metastaz olarak düşünülmüştür. Yakın zamanda 2700'den fazla lenf nodunun patolojik analizine dayanan bir çalışma ile boyut kriteri yeniden belirlenmiştir (76). Minimal (kısa) aksiyel çap kriter olarak kullanılmıştır. Jugulodigastrik lenf nodlarında minimal aksiyel çapın 11 mm, diğer lenf nodlarında 10 mm'den büyük olmasının metastaz varlığına işaret ettiği öne sürülmüştür. Parsiyel hacim etkisi ve kesitsel görüntüleme üzerindeki uzaysal rezolüsyonun sınırlandırmaları göz önüne alındığında, önemli miktarda sınır boyutta (borderline) lenf nodu ortaya çıkmaktadır. 100 boyun diseksiyonunda lenf nodu boyutunun analiz edildiği çok merkezli bir çalışmada patolojik lenf nodlarının %46'sının 1 cm'den küçük olduğu, %22'sinin 1- 1.5 cm çapta olduğu tesbit edilmiştir (77). Baş boyun kanserli hastalarda 750 lenf nodu ile yapılan bir çalışma göstermiştir ki, normal lenf nodlarının çoğu küçükken (5mm'den daha küçük), metastatik lenf nodlarının boyutları herhangi bir aralıkta pik yapmaksızın değişkenlik göstermektedir (78).

b) Santral nekroz: Skuamöz hücre karsinomlu hastalarda çevresel kontrast tutulumu ile birlikte santral nodal düşük atenüasyon metastatik lenf nodu içindeki nekroz veya tümör varlığını temsil etmektedir. Lenf nodlarının medullasını dolduran tümör hücreleri genellikle geriye kalan kortekse göre daha az kontrast tutulumu gösterirler. Bu bulgu metastatik skuamöz hücre karsinomları için oldukça karakteristiktir. Geniş bir klinik seride metastatik lenf nodlarının %74'ünün patolojide nekroz ve kistik alan içerdiği görülürken, santral nekroz görüntüleme çalışmalarının %32 'sinde gösterilebilmiştir (76). Bu nedenle, BT ve MRG'deki homojen görünüm nodal metastaz varlığını dışlamaz. Ek olarak, pozitif lenf nodları içindeki santral nekroz insidansı, lenf nodu boyutu ile doğru orantılı olarak artmaktadır (77). Küçük metastatik lenf nodları da nekrotik odak içermekle birlikte boyut kriteri ile metastaz olarak tanı konan büyük lenf nodlarının çoğunluğunda santral nekroz izlenmektedir (79).

c) Ekstrakapsüler yayılım: Tümörün lenf nodu kapsülünün dışına taşması hasta prognozu üzerine negatif etki oluşturur (80). Johnson (81) ekstrakapsüler yayılımın 2 yıllık yaşam beklentisini yaklaşık %50 azalttığını bildirmiştir. Ekstrakapsüler yayılımın histolojik varlığının baş ve boyun kanserinin evresinden daha duyarlı bir prognostik gösterge olduğunu vurgulamışlardır. Ekstrakapsüler yayılım varlığında postoperatif radyasyon tedavisi zorunludur. Ekstrakapsüler yayılımı gösteren BT bulguları, düzensiz lenf nodu konturları ve yakın zamanda enfeksiyon, radyasyon tedavisi, cerrahi geçirmemişse komşu yağlı planlarda görülen obliterasyondur. Çoğu yazar kontrastlı BT'nin ekstrakapsüler yayılımı değerlendirmede standart metod olduğunu düşünmektedir. Lenf nodu boyutu

arttıkça ekstrakapsüler yayılım insidansı artmakla birlikte, patolojik analizde 1 cm'den küçük lenf nodlarının %23'ünde ekstrakapsüler yayılım tespit edilmiştir (82,83). Normal boyutlu lenf nodlarında ekstrakapsüler yayılımın tanısı N0 boyunların cerrahi başarısını etkileyen önemli bir faktördür.

Metastaza işaret eden diğer morfolojik kriterler lenf nodu şekli ve lenf nodlarının bir araya gelerek grup oluşturmalarıdır (76,82,84). Helikal BT kullanılan bir çalışmada baş boyun kanserli 70 hastada maksimum longitudinal (L) ve transaksiyal (T) çap ölçülerek lenf nodu şekli analiz edilmiştir. Bu çalışma göstermiştir ki, L/T oranının 2 olması metastatik tutulum için daha güvenilir bir kriterdir (85). Bu çalışma metastatik lenf nodları sferik şekilli iken reaktif lenf nodlarının tübüler şekilli olduğunu ileri sürmüştür.

#### *Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRG)*

Magnetik Rezonans Görüntülemenin BT'den daha üstün kontrast rezolüsyonu olmasına rağmen, benign- malign lenf nodlarını ayırmada MRG çok az ek katkı sağlamaktadır. Bilgisayarlı Tomografi'deki radyasyon ve dış artefaktı problemleri MRG'de bulunmamaktadır. Sagittal ve koronal görüntüleme yapabilmesi lenf nodlarının tanısına anlamlı katkı sağlamaz. Çünkü minimal aksiyal çap en önemli boyut kriteridir (86). T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerdeki sinyal intensitesi metastatik lenf nodlarını reaktif lenf nodlarından ayırt edemez. T1 ve T2 relaksasyon zamanlarının ölçümlerinde bile malign ve benign lenf nodlarında birbirine yakın sonuçlar elde edilmektedir (87,88). T2 fast spin-echo (FSE)

teknikler baş ve boyunun değerlendirilmesinde hemen tamamen konvansiyonel T2 spin-eko görüntülemenin yerini almıştır. FSE ve konvansiyonel SE görüntüler arasındaki önemli bir fark, yağın görünümüdür. Yağ T2 FSE görüntülerde konvansiyonel T2 SE görüntülerden daha parlaktır. Yağ baskılama tekniklerinin T2 FSE tekniklerinin birlikte kullanımı ile lenf nodu ve komşu yağ dokusu arasındaki kontrast artırılabilir. Santral nekroz/tümör T2A görüntülerde yüksek sinyal, T1A görüntülerde düşük sinyal intensitesinde olup metastatik lenf nodları için karakteristik bir bulgudur. Kontrastlı yağ baskılı teknikler ile metastatik lenf nodlarındaki santral nekroz tesbiti kolaylaşabilmektedir. Nodal nekrozu saptamada BT ve MRG karşılaştırıldığında gadolinyum kontrastlı MR'nin, kontrastlı BT' den daha az sensitif olduğu saptanmıştır (89). MRG'de lenf nodu sınırlarında belirsizlik ve nodal kapsül boyanması ile ekstrakapsüler yayılım tesbit edilebilir. Ekstrakapsüler yayılımın tanısında yağ baskılı gadolinyumlu ve yağ baskılı T2 FSE görüntülerin tanısal güvenilirliği kontrastlı BT'ye eşdeğerdir. Önemli bir bulgu da karotid arterin duvarına tümör uzanımıdır. Yousem ve ark. (88) karotid arterin 270 derecenin üzerindeki çevresel tutulumunu özellikle skuamöz hücre karsinomlu hastalarda anrezektabilite kriteri olarak belirlemişlerdir. Bununla birlikte karotid arteri çepeçevre saran tümörler tamamen çıkarılabilirken, karotid arterle minimal temasta olan bir tümörde de adventisya invazyonu izlenebilir. MRG'deki sinyal karakteristiklerine bakılarak tümör ve sekonder doku reaksiyonu ayırt edilemeyebilir.

*“Ultrasmall süperparamagnetik”* demir oksit kontrast ajanı:

Dekstran kaplı *“ultrasmall süperparamagneti”* demir oksit (USPIO) metastatik nodal hastalığın değerlendirilmesinde kullanılabilme potansiyeline sahip bir MR kontrast ajanıdır. Retiküloendotelyal sistemin görüntülenmesinde demir içeren birçok MR kontrast ajanı geliştirilmiştir. Biyolojik dağılımlarını sağlayan iki major faktör partikül boyutları ve yüzey özellikleridir. 80-100 nm çapından büyük demir partikülleri karaciğer ve dalak tarafından tanınırlar ve tutulurlarken lenf nodu ve kemik iliği tarafından tutulmazlar. 20 nm'den küçük demir oksit partikülleri kapiller duvardan sızarak interstisyuma ve lenfatiklere geçerler. Sonrasında lenf nodları içindeki makrofajlar tarafından tutulurlar. SPIO metastatik lenf nodlarını reaktif lenf nodlarından sinyal intensite değişikliğine göre ayırır. Demir oksidin intravenöz uygulanmasından sonra demir partiküllerini tutan normal fonksiyon gören lenf nodları T2 relaksasyonuna ve duyarlılık etkisine bağlı olarak sinyal kaybederler. Kanser hücrelerinin fagositik fonksiyonları olmadığından metastatik lenf nodları postkontrast T2A görüntülerde yüksek sinyal intensitesinde kalırlar. Demir oksitin metastatik lenf nodlarının tanısındaki yerinin araştırıldığı çok merkezli bir çalışmada duyarlılığı %84, özgüllüğü %95 bulunmuştur (90).

#### *Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)*

Metastatik lenf nodlarını normal lenf nodlarından ayırmada kullanılan diğer bir fonksiyonel görüntüleme modalitesi, glukoz analogu olan 2- (18) fluoro-2-deoksi-dglukozun (FDG) kullanıldığı pozitron emisyon tomografidir. FDG bir

glukoz analogudur ve heksokinaz tarafından fosforlanarak FDG-6 fosfata dönüşür. FDG-6 fosfat dokuda birikir. FDG-PET baş ve boyun neoplazmlarını metabolik olarak karakterize etmede fayda sağlamaktadır. Baş- boyundaki malign lenf nodlarının normal lenf nodlarına göre daha fazla glukoz tuttuğu ve PET'in normal boyutlu fakat metastatik lenf nodlarını tesbit edebileceği ileri sürülmektedir (90,91). PET ile ilgili görece olarak sınırlı deneyim olduğu için metastatik lenf nodları tanısında kullanılacak PET kriterleri henüz oturmamıştır. Artmış FDG tutulumu metastazı tesbit etmede yüksek duyarlılık fakat düşük özgüllüğe sahiptir (92). Retrospektif çalışmalarda birkaç olgu dışında benign, malign lenf nodlarının FDG'yi tutuşlarında anlamlı farklılık izlenmektedir. Bununla birlikte FDG tutulum miktarı sınırdaki lezyonların ayırımı problem oluşturmaktadır (91,93,94).

FDG-PET'in her merkezde bulunmaması, uzaysal çözünürlüğünün düşük olması ve pahalı olması dezavantajlarıdır.

SPECT ajanları: Thallium 201 SPECT, Tc 99m MIBI

Thallium 201 SPECT görüntüleme:

Thallium 201 chloride sadece kardiyak görüntüleme için kullanılmayıp beyin, akciğer, tiroid bezi, paratiroid bezi tümörlerinin görüntülenmesinde de kullanılmıştır. Thallium tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi tekrarlayan beyin tümörünü radyasyon nekrozundan ayırt etmekte sıklıkla kullanılmış olup bu

ayırım için FDG-PET'ten daha yararlı bir tetkik olduğu rapor edilmiştir. Baş boyun kanserli 5 hastada FDG- SPECT ve thallium SPECT ile yapılan karşılaştırmalı çalışmada normal tükruk bezi aktivitesinin baş boyun kanserinin tesbitinde thalliumun etkinliğini azalttığı tesbit edilmiştir (81).

Thallium SPECT'in en önemli dezavantajı düşük uzaysal rezolüsyondur. Görüntü kalitesi normal boyutlu metastazları tesbit için yeterli değildir.

Tc 99m MIBI:

Potansiyel olarak thalliumun yerini alabilecek bir radyoizotop da Tc 99m hexakis-2-methoxy-isobutyl-isonitrile (MIBI)dir. Teknesyum görüntüleme için daha uygun olduğundan akciğer, kemik ve beyinde tümör görüntüleme ajanı olarak Tc 99m MIBI kullanılmaktadır. Tc 99m MIBI'nın tümör tarafından tutulum mekanizması mitokondrial ve membranöz aktiviteye bağlıdır. Baş boyun kanserlerinde Tc 99m MIBI kullanımı ile ilgili deneyim fazla değildir. Tc 99m MIBI tükruk bezleri ve tiroid bezi tarafından tutulduğu için bu bölgelere komşu veya bu bölgedeki lezyonların yorumlanması dikkat gerektirmektedir.

Ultrasonografi Eşliğinde İnce İğne Aspirasyonu

Servikal nodal metastazların değerlendirilmesinde US yaygın olarak kullanılmıştır. Ultrasonografinin lenf nodunun üç çapını da belirleyebilmesi, radyasyon yokluğu, kontrast madde gerektirmemesi avantajlarıdır. Birkaç

arastirmacı metastaz için US'de lenf nodlarının boyut, grup oluşturması ve Őekillerini kriter olarak kullanmıştır. Reaktif lenf nodları ve küçük metastatik lenf nodları homojen hipoekoik doku olarak izlenir. Ultrason spesifik kriterlerin hiçbiri metastaz varlığını göstermede güvenilir değildir (95). Primer tümörün sıklıkla görüntenememesi ve retrofaringeal lenf nodlarını göstermemesi dezavantajdır. Tecrübeli kisiler tarafından yapılan ince iğne aspirasyon sitolojilerinden ümit verici sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Van den Brekel ve arkadaşları (96) klinik olarak N0 olan 54 hastada yaptıkları ęalısmada US eşliğinde ince iğne aspirasyonunun özgülüğünü %100, duyarlılığını %74 olarak tesbit etmişlerdir. Sonuçlarının ęok iyi olmasına rağmen operatör bağımlı olması ve sonuçların operatörler arası değişkenliği US'nin bu alandaki yaygın kullanımını sınırlandırmıştır. Ayrıca, invaziv bir işlem olması nedeniyle, her bir lenf noduna (5mm'den küçük) ince iğne aspirasyonu yapmak zordur.



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamıza Kasım 2010 ve Mart 2011 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı'na boyun ultrasonografi incelemesi için başvuran ve yapılan incelemede lenf nodu saptanan, yaşları 2-76 arasında değişen 168 olguda bulunan 220 lenf nodu dahil edildi. Olguların 86'ı erkek, 82'i kadın olup yaş ortalamaları  $37,1 \pm 22,0$ 'dı. Tüm olgulara yapılacak işlem anlatıldı ve aydınlatılmış onam formları alındı. Bu çalışma Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Tüm olgular, supin pozisyonda, gerçek zamanlı elastografi yazılımı bulunan dijital ultrasonografi cihazı (Hitachi EUB 7500) ve 13-8 MHz lineer prob kullanılarak değerlendirildi. Tüm lenf nodları, gerçek-zamanlı B-mod ve renkli Doppler ultrasonografi ile görüntüledi. Görüntüleme sırasında lenf nodlarının bulunduğu seviye, kısa aks, uzun\kısa aks oranı, hilus varlığı, ekojenitesi, mikrokalsifikasyon varlığı, vaskülariteleri değerlendirilerek, B-mod, renkli Doppler görüntüleri dijital ortamda kaydedildi. Daha sonra elastografi moduna geçilerek aynı prob aracılığıyla gerçek-zamanlı elastografi görüntüleri elde edildi. Elastografi görüntüleri elde edilirken, lenf noduna dik ve paralel pozisyonlarda kısa aralıklar ile hafif şiddette manuel bası uygulandı. Gerçek zamanlı inceleme sırasında, ekranda değerlendirilen bölgenin B-mod ve elastogram görüntüleri yan yana iki ayrı pencerede izlenebilmekteydi. Değerlendirilen bölge üzerinde uygulanan basının yeterli olup olmadığına elastogram görüntüsünün sağ alt köşesinde bulunan ve birden dörde kadar numaralandırılmış olan gösterge aracılığı ile karar verildi. Göstergede üç ve üzerindeki değerlere sahip görüntüler,

değerlendirme için yeterli olarak kabul edildi. Elastograma ait görüntüler de daha sonra değerlendirilmek üzere dijital ortamda kaydedildi. B-mod ve elastografi görüntülerinde görüntüleme alanı, lenf nodunun tamamını ve çevre yumuşak dokuyu içine alacak şekilde ayarlanmaya çalışıldı. Elastogramlar elde olunduktan sonra statik elastogram görüntüsü üzerinden ROI yardımıyla lenf nodunu ve komşu yumuşak dokunun gerinim değerleri sayısal olarak ölçüldü ve cihaz tarafından otomatik olarak oranlandı. Normal yumuşak dokunun geriniminin, lenf nodunun gerinimine bölünmesi ile elde edilen ve *gerinim oranı (strain ratio, strain index, SR, SI)* olarak adlandırılan bu oran her lenf nodu için en az iki kez ölçüldü ve kaydedildi. İlgili alanının (ROI) kapsadığı alan, lenf nodu için nodu kapsayacak en büyük alan şeklinde ayarlanırken, yumuşak doku için görüntüleme alanına giren kesimini içerecek şekilde yapıldı. Olguların görüntüleri ile birlikte demografik bilgileri de kaydedildi.

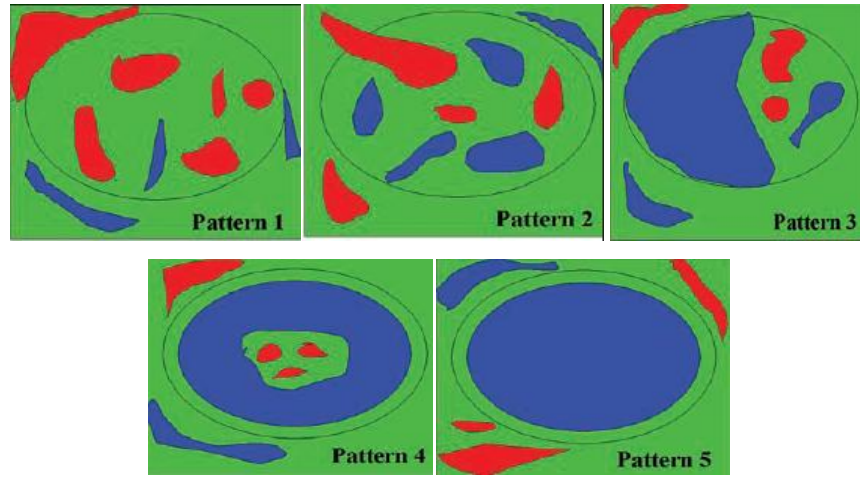
Lenf nodlarının vaskülaritelerinin ve elastisitelerinin değerlendirilebilmesi amacıyla, konu ile ilgili güncel literatür bilgilerinden yararlanılarak vaskülarizasyon tipleri ve elastisite skorlamaları belirlendi. Vaskülarite tipleri ve elastisite skorlamaları Tablo 4 ve 5'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.** Servikal lenf nodlarının vaskülarizasyon tipleri

<b>Tip1</b>	<b>Hiler</b> (Hilustan radial olarak yayılan akım)
<b>Tip2</b>	<b>Noktalı:</b> Lenf nodunun her bölgesinde küçük bağlantısız akım sinyalleri
<b>Tip3</b>	<b>Kapsüler (ya da periferel):</b> Lenf nodu periferinde hiler damarlardan orijin almayan periferden lenf noduna perfore olan akım sinyalleri
<b>Tip4</b>	<b>Mikst:</b> Hem hiler hem de periferel akımın bulunması
<b>Tip5</b>	<b>Avasküler:</b> Lenf nodunda akımın olmaması

**Tablo 5.** Elastisite skorlaması.

<b>Skor1</b>	Sert Alan yok ya da çok küçük
<b>Skor2</b>	Sert alan<%45
<b>Skor3</b>	Sert alan>%45
<b>Skor4</b>	Periferal sert-santral yumuşak
<b>Skor5</b>	Tümü sert



**Şekil 3.** Elastisite skorlamasının şematik gösterimi (3.kaynaktan alınmıştır)

Sonografik değerlendirme sırasında dijital olarak kaydedilen US elastografi görüntüleri, olguların sito/histopatolojik tanılarına bilmeyen, US ve US elastografi konusunda deneyimli iki radyolog tarafından değerlendirildi ve Tablo 3'te gösterilen skorlama sistemlerine göre skorlandı. Değerlendirme sırasında her olgunun elastografi skoru görüş birliği ile belirlendi. Ayrıca, her olgunun elastografi görüntülerinde elde edilen gerinim oranlarının ortalamaları hesaplandı. Ardından olgular malign ve benign olarak sınıflandırıldı. Benign kabul edilme koşulları, B-mod ultrasonografide kısa aks çapı >8mm ve kısa/ uzun aks oranı >0.5 saptanan lenf nodları, klinik bulgular; fizik muayenede hassas büyümüş lenf nodu, yakın zamanda geçirilmiş ya da geçirilmekte olan baş-boyun enfeksiyonu öyküsü, antibiyotik tedavisi sonrası boyutları küçülen lenf nodları, laboratuvar

bulguları (artmış C-reaktif proteini, lökositöz) olarak kabul edildi. Malign kabul edilme koşulları ise primer malignitesi olup PET-CT’de lenf nodunda tutulum saptanmış olgular; histopatolojik tanısı olan lenf nodları; diğer görüntüleme yöntemlerinde lenf nodunda santral nekrozu gösterilmiş olgular (Kontrastlı Bilgisayarlı tomografi ya da kontrastlı MRG ile) olarak belirlendi. Çalışma dışı kabul edilme koşulları, benign lenf nodları için bilinen malignitesinin olması, lenf noduna yönelik geçirilmiş cerrahi ya da girişimsel işlemler, malign ve benign lenf nodları için temel alınan kriterleri karşılamayan durumlar olarak belirlendi.

#### İSTATİKSEL ANALİZ

Verilerin analizi SPSS 11.5 paket programında yapıldı. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma veya ortanca (minimum-maksimum) olarak gösterildi. Nominal değişkenler Pearson’un Ki-Kare veya Fisher’in Kesin Sonuçlu Ki-Kare testiyle değerlendirildi. Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede kısa aks ve gerinim oranı ölçümlerine ait eğri altında kalan alan ve %95 güven aralıkları ROC analiziyle değerlendirildi. Kısa aks ve gerinim oranı ölçümlerine ait en iyi kesim noktası Youden İndeks kullanılarak hesaplandı. Her bir tetkik yönteminin tanısal performansını incelemek amacıyla; duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif tahmin değerleri ve doğruluk düzeyleri hesaplandı. Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede tetkik yöntemlerinden en fazla etkili olanları tespit etmek amacıyla Çoklu Değişkenli Lojistik Regresyon Analizi kullanıldı. Her bir tetkik yöntemine ait odd oranı, %95 güven aralıkları ve wald istatistikleri hesaplandı.  $p < 0,05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

#### 4. BULGULAR

Çalışmaya yaşları 2-76 arasında değişen 168 olguda bulunan 220 lenf nodu dahil edildi. Olguların 86'ı erkek, 82'i kadın olup yaş ortalamaları  $37,1 \pm 22,0$ 'dı. Lenf nodlarının %69,5'i benign, %30,5'i malign tanısı aldı.

**Tablo 6.** Olguların Demografik Özellikleri

<b>Yaş</b>	37,1±22,0 (2-76)
<b>Cinsiyet</b>	
<i>Erkek</i>	86 (%51,2)
<i>Kadın</i>	82 (%48,8)
<b>Tanı</b>	
<i>Benign</i>	153 (%69,5)
<i>Malign</i>	67 (%30,5)

Benign grupta, Kikuchi lenfadenit (n=2), Rosai-Dorfman hastalığı (n=2), kronik lenfadenit (n=2), infeksiyöz mononükleozis (n=8), granülomatöz lenfadenit (n=8), tularemi (n=21) ve akut lenfadenit (n=110) olguları, malign grupta ise lenfoma (n=40) ve metastaz (n=27) olguları vardı. Metastazlar, akciğer adenokarsinomu, akciğer skuamöz hücreli karsinomu, meme kanseri, rabdomyosarkom, ameloblastik fibrosarkom, malign karışık (mixed) germ hücreli tümör, invazif ürotelyal karsinom, baş ve boyun skuamöz hücreli karsinomu idi.

**Tablo 7.** Malign Lenf Nodlarının Hastalıklara Göre Dağılımı

<i>Lenfoma</i>	40 (%59,7)
<i>Metastaz</i>	27 (%40,3)
<b>Toplam</b>	<b>67 (%100,0)</b>

**Tablo 8.** Benign Lenf Nodlarının Hastalıklara Göre Dağılımı

<i>Akut Lenfadenit</i>	110 (%71,9)
<i>Enfeksiyöz Mononükleozis</i>	8 (%5,2)
<i>Granümatöz lenfadenit</i>	8 (%5,2)
<i>Kikuchi lenfadeniti</i>	2 (%1,3)
<i>Kronik lenfadenit</i>	2 (%1,3)
<i>Rosai dorfman hastalığı</i>	2 (%1,3)
<i>Tularemî</i>	21 (%13,7)
<b>Toplam</b>	<b>153 (%100,0)</b>

AJC sınıflandırmasına göre, benign ve malign lenf nodlarının boyun seviyelerinde dağılımı Tablo 9`da belirtilmiştir.

**Tablo 9.** Benign ve Malign Lenf Nodlarının Seviyelerine Göre Dağılımı

<b>Seviye</b>	<b>Benign Grubu (n=153)</b>	<b>Malign Grubu (n=67)</b>
L1A	1 (%0,7)	-
L1B	44 (%28,8)	7 (%10,4)
L2	21 (%13,7)	8 (%11,9)
L3	2 (%1,3)	4 (%6,0)
L4	2 (%1,3)	7 (%10,4)
L5	7 (%4,6)	6 (%9,0)
L5A	1 (%0,7)	-
L6	1 (%0,7)	6 (%9,0)
R1A	1 (%0,7)	2 (%3,0)
R1B	39 (%25,5)	3 (%4,5)
R2	23 (%15,0)	5 (%7,5)
R3	1 (%0,7)	3 (%4,5)
R4	1 (%0,7)	10 (%14,9)
R5	8 (%5,2)	4 (%6,0)
R5A	1 (%0,7)	-
R6	-	2 (%3,0)

### **B-mod Ultrasonografi Bulguları**

B-mod Ultrasonografide, lenf nodunun kısa aks çapı, uzun aks/kısa aks oranı, ekojenitesi (homojen/heterojen), hilusu (normal/anormal), mikrokalsifikasyon varlığı değerlendirildi.

Benign lenf nodlarının kısa aks boyutu 5,6-29,5 mm arasında (ortalama 10,3 mm) değişmekteydi. Malign lenf nodlarının kısa aks boyutu ise 4,6-43,0 mm arasında (ortalama 12,6 mm) değişmekteydi.

ROC eğrisi kullanılarak kısa aks boyutu için en iyi kesim değeri (cut-off değeri), 9.45 olarak belirlendi. Benign lenf nodlarının 62'sinin (%40,2) kısa aks boyutu 9.45'in altında, 91'nin (%59,5) ise 9.45 ve üstünde saptanmıştır. Malign lenf nodlarının 9'unun (%13,4) kısa aks boyutu 9.45'in altında, 58'inin (%86,6) ise 9.45 ve üstünde saptanmıştır. Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede kısa aks boyutunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı ( $p<0,001$ ).

Benign lenf nodlarının 80'inin (%52,3) uzun/kısa aks oranı (U/K) 2'nin altında, 73'ünün (%47,7) ise 2 ve üstünde saptanmıştır. Malign lenf nodlarının 50'sinin (%74,6) uzun/kısa aks oranı (U/K) 2'nin altında, 17'sinin (%25,4) ise 2 ve üstünde saptanmıştır. Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede uzun/kısa aks oranının istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı ( $p=0,002$ ).

Benign lenf nodlarının 116'ı (%75,8) homojen izlenirken, 37'sinin (%24,2) ise heterojen içyapıda olduğu saptanmıştır. Malign lenf nodlarının 22'sinin (%32,8) homojen, 45'sinin (%67,2) ise heterojen iç yapıda olduğu

saptanmıştır. Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede homojen ve heterojen iç yapının istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı ( $p<0,001$ ).

Lenf nodlarında hilusun varlığı (ekzantrik ya da santral yerleşimli olması, ekojenik hilus) ve hilus yokluğu değerlendirilmiştir. Hilusun santral yerleşimli olması normal, hilusun eksentrik veya ekojen olması ve hilusun yokluğu anormal bulgu olarak kabul edilmiştir. Benign lenf nodlarının 100'ünde (%65,4) hilus normal izlenirken, 53'sinde (%34,6) ise anormal olduğu saptanmıştır. Malign lenf nodlarının 7'sinde (%10,4) hilus normal izlenirken, 60'ında (%89,6) ise anormal olduğu saptanmıştır. Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede hilusun normal ya da anormal olmasının istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı ( $p<0,001$ ).

Benign lenf nodlarının 146'ında (%95,4) mikrokalsifikasyon izlenmezken, 7'sinde (%4,6) ise mikrokalsifikasyon olduğu saptanmıştır. Malign lenf nodlarının 63'ünde (%94) mikrokalsifikasyon izlenmezken, 4'ünde (%6) ise mikrokalsifikasyon olduğu saptanmıştır.

**Tablo 10.** Benign ve Malign Lenf Nodlarını Ayırt Etmede B-Mod İncelemenin Etkilerinin İncelenmesi

Değişkenler	Odds Oranı	%95 Güven Aralığı	Wald İstatistiği	p-değeri
B-Mode	14,857	3,492-63,205	13,343	<0,001

Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede B-mod değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı ( $p<0,001$ ).



### **Renkli Doppler US Bulguları:**

Lenf nodlarının vaskülarizasyon tiplerine göre dağılımı Tablo 11`de belirtilmiştir. Buna göre 220 lenf nodunun 117`sinde tip 1 (hiler) vaskülarizasyon izlendi. Bunlardan 110`u benign, 7`si maligndi. Tip 2 (noktalı) vaskülarizasyon, 19 lenf nodunda izlendi. Bunlardan 3`ü benign, 16`sı maligndi. Tip3 (periferal/kapsüler) vaskülarizasyon, 21 lenf nodunda izlendi. Bunlardan 10`u benign, 11`i maligndi. Tip 4 (mikst) vaskülarizasyon, 39 lenf nodunda izlendi. Bunlardan 15`i benign, 24`ü maligndi. Tip 5 (avasküler) vaskülarizasyon, 24 lenf nodunda izlendi. Bunlardan 15`i benign, 9`u maligndi. Benign lenf nodları arasında en sık %71,9 oranında Tip 1 vaskülarizasyon izlenirken, malign lenf nodları arasında en sık %35,8 oranında Tip 4 vaskülarizasyon izlendi. Tip 1ve 5 vaskülarizasyon benign lenf nodlarının 126`sında (%82,4) izlenirken, malign lenf nodlarının 19`unda (%23,9) izlendi. Tip 2,3 ve 4 vaskülarizasyon ise benign lenf nodlarının 36`sında (%23,5) izlenirken, malign lenf nodlarının 48`inde (%71,6) izlendi. Nodüllerin vaskülarizasyon tipleri ile malignite arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (p<0,001).

**Tablo 11.** Benign ve malign lenf nodlarının vaskülarizasyon tiplerine göre dağılımı

Vaskülarizasyon	Benign (n=153)	Malign (n=67)
Tip 1	110 (%71,9)	7 (%10,4)
Tip 2	3 (%2,0)	16 (%23,9)
Tip 3	10 (%6,5)	11 (%16,4)
Tip 4	15 (%9,8)	24 (%35,8)
Tip 5	15 (%9,8)	9 (%13,4)

Renkli Doppler US'nin benign ve malign lenf nodunu ayırt etmede sırasıyla duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %76,1, %82,4, %65,4, %88,7, %80,5 olarak hesaplanmıştır.

### **US Elastografi Bulguları:**

US elastografide lenf nodlarının elastisitesi, skor verilerek ve gerinim oranı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Lenf nodlarının US elastografi skorlarına göre dağılımı Tablo 12'de belirtilmiştir.

**Tablo 12.** Benign ve malign lenf nodlarının US elastografi skor dağılımı

<b>Skorlar</b>	<b>Benign (n=153)</b>	<b>Malign (n=67)</b>
"1"	17 (%11,1)	2 (%3,0)
"2"	69 (%45,1)	10 (%14,9)
"3"	50 (%32,7)	20 (%29,9)
"4"	17 (%11,1)	28 (%41,8)
"5"	-	7 (%10,4)

Çalışmaya dahil edilen lenf nodlarında Skor 1 ve Skor 2 benign olma özelliği olarak kabul edilmiş olup, Skor 3,4,5 malign özellik olarak kabul edilmiştir. Skor 1'de sert alan yok ya da çok az, skor 2' de ise sert alan yüzdesi %45'in altında belirlenmiştir. Skor 1 lenf nodlarının 19'ünde izlenirken bunlardan 17'si benign, 2'si maligndi. Skor 2 lenf nodlarının 79'da izlenirken bunlardan 69'u benign, 10'u maligndi. Skor 1 ve 2 benign lenf nodlarının %56,2'inde,

malign lenf nodlarının ise %17,9'unda izlenmiştir. Skor 3'de sert alan yüzdesi %45'in üstünde, Skor 4'te periferik sert-santral yumuşak alan ve Skor 5'te tamamen sert olarak değerlendirilmiştir. Buna göre Skor 3, 70 lenf nodunda izlenirken bunlardan 50'si benign, 20'si maligndi. Skor 4, 45 lenf nodunda izlenirken bunlardan 17'si benign, 28'si maligndi. Skor 5, 7 lenf nodunda izlenirken bunlardan 7'side maligndi. Skor 5 olup benign olan lenf nodu izlenmedi.

Benign lenf nodlarının %56,2'inde skor 1 veya 2, malign lenf nodlarının ise %82,1'inde ise skor 3,4 veya 5 olarak değerlendirilmiştir. Skor 5 olup benign olan lenf nodu saptanmadı. Benign grup içerisinde en sık rastlanan skor, %77,8 oranında skor 2 ve 3'tü. Malign grupta ise en sık rastlanan skor, %41,8 oranında skor 4'tü. Benign grup içerisinde skor 3 ve 4 sırasıyla %32,7, %11,1 oranında saptandı. Malign grupta ise skor 1 ve 2 sırasıyla %3, %10,4 oranında saptandı.

Bu skora uygulama yapıldığında, gruplar arasında malignite açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p<0,001$ ).

US elastografide skorlamanın benign ve malign lenf nodunu ayırt etmede sırasıyla duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %82,1, %56,2, %45,1, %87,8, %64,1 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 13.** Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede US elastografi incelemenin etkilerinin incelenmesi

Değişkenler	Odds Oranı	%95 Güven Aralığı	Wald İstatistiği	p-değeri
US elastografi	5,883	2,917-11,864	24,520	<0,001

Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede US elastografi değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır.

Gerinim oranı için anlamlı bir *kesim noktası (cut-off point)* belirlemek amacıyla, lenf nodlarından elde edilen gerinim oranı değerlerine ait duyarlılık ve özgülük değerleri SPSS programı yardımıyla hesaplandı ve duyarlılık ve özgülük değerinin toplamının en büyük olduğu 1.7, kesim noktası olarak belirlendi. Lenf nodlarının, gerinim oranı kesim değerine göre dağılımı Tablo 14'te gösterilmiştir. Lenf nodlarının 136'ında gerinim oranı 1.7 ve altındaydı. Bunlardan 117'i benign, 36'sı maligndi. 85 lenf nodunda gerinim oranı 1.7 üzerinde olarak hesaplanmış olup bunlardan 36'sı benign, 48'i maligndi. Benign lenf nodlarının %76,5'inde gerinim oranı 1.7 ve altında iken malign grupta bu oran %28,4 idi. Malign lenf nodlarının %71,6'sında gerinim oranı 1.7 üzerinde iken benign grupta bu oran %23,5 idi. Gerinim oranı 1.7'nin üzerinde ve altında olan lenf nodları arasında malignite açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. Gerinim indeksinin tek başına benign ve malign lenf nodlarını ayırtetmede sırasıyla duyarlılık, özgülük, pozitif ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %71,6, %76,5, %57,1, %86, %75 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 14.** Lenf nodlarının, gerinim oranı kesim değerine göre dağılımı

Gerinim Oranı	Benign	Malign	P değeri
≤1.7	117 (%76,5)	19 (%28,4)	<0,001
>1.7	36 (%23,5)	48 (%71,6)	

Araştırılan tüm parametrelere göre *duyarlılık, özgüllük, pozitif öngörü değeri, negatif öngörü değeri ve genel doğruluk* değerleri Tablo15'te toplu olarak sunulmuştur.

Tüm özellikler içerisinde, duyarlılığı en yüksek olan özellikler sırasıyla, hilus varlığı (%89,6), kısa aks çapı (%86,6) ve US elastografi (%82,1) idi. Özgüllüğü en yüksek olan iki özellik ise, gerinim oranı (%76,5) ve ekojenite (%75,8) idi. Genel doğruluk değeri en yüksek olan özellik vaskülarizasyon tipi idi (%80,5).

Lenf nodlarını ayırt etmede B-mod, renkli Doppler ve US elastografinin tekli ve birlikte etkileri değerlendirildiğinde, duyarlılığı en yüksek olan incelemeler sırasıyla, B-mod (%97,0), US elastografi (%82,1), renkli Doppler (%76,1), B-mod ve renkli Doppler (%76,1) inceleme kombinasyonu idi. Özgüllüğü en yüksek olan inceleme ise, B-mod ve US elastografinin (%100) birlikte kullanıldığı incelemelerdi. Genel doğruluk değeri en yüksek olan incelemeler ise sırasıyla, B-mod ve renkli Doppler (%81,4), tek başına renkli Doppler (%80,5), B-mod, US elastografi ve renkli Doppler (%79,5) incelemelerinin birlikteliği idi. Tek başına ve kombine değerlendirmelerde doğruluğu en düşük olan inceleme, B-mod US değerlendirme idi.

**Tablo 15.** Benign ve malign lenf nodlarını ayırtetmede B-mode, renkli Doppler ve US elastografi incelemelerinin tekli ve birlikte etkilerinin incelenmesi

	<b>Duyarlılık</b>	<b>Özgüllük</b>	<b>PÖD</b>	<b>NÖD</b>	<b>Doğruluk</b>
B-Mode	%97,0	%31,4	%38,2	%96,0	%51,4
RDUS	%76,1	%82,4	%65,4	%88,7	%80,5
US elastografi	%82,1	%56,2	%45,1	%87,8	%64,1
B-mode+RDUS	%76,1	%83,7	%67,1	%88,9	%81,4
RDUS+US elastografi	%62,7	%86,3	%66,7	%84,1	%79,1
BMode+RDUS+USelastografi	%62,7	%86,9	%67,7	%84,1	%79,5

NÖD: Negatif öngörü değeri, PÖD: Pozitif öngörü değeri

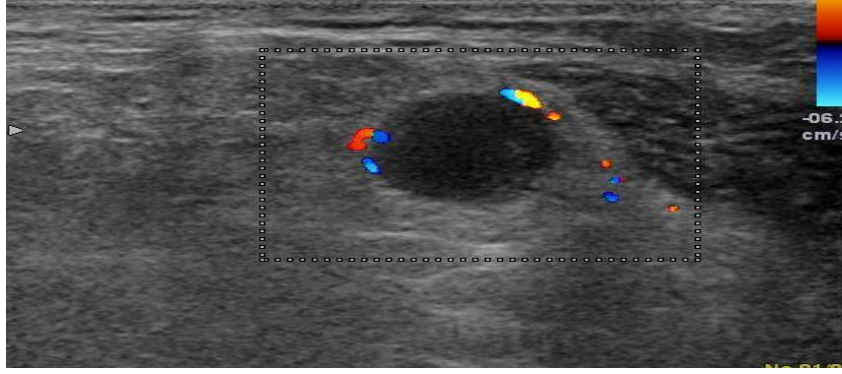
B-mod US ve US elastografi için malign olduğu bilinen lenf nodları içerisinde elastografiye göre benign veya malign olup B-mod incelemeye göre benign olduğu düşünülen lenf nodu sayısı yeterli olmadığı için istatistiksel değerlendirme yapılamamıştır.

**Tablo 16.** Araştırılan farklı parametrelere göre duyarlılık, özgüllük, pozitif-negatif öngörü ve genel doğruluk değerleri.

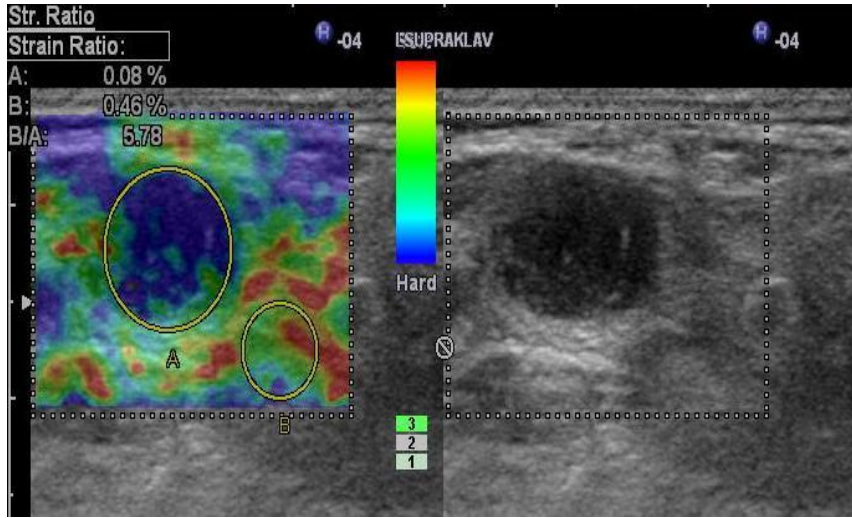
Değişkenler	Benign Grup (n=153)	Malign Grup (n=67)	Doğruluk	p-değeri
<b>Kısa Aks Çapı</b>			%54,5	<0,001
<9.45	62 (%40,5)	9 (%13,4)		
≥9.45	91 (%59,5)	58 (%86,6)		
<b>Uzun/Kısa Aks Oranı</b>			%55,9	0,002
<2	80 (%52,3)	50 (%74,6)		
≥2	73 (%47,7)	17 (%25,4)		
<b>Ekojenite</b>			%73,2	<0,001
Homojen	116 (%75,8)	22 (%32,8)		
Heterojen	37 (%24,2)	45 (%67,2)		
<b>Hilus</b>			%72,7	<0,001
Normal	100 (%65,4)	7 (%10,4)		
Anormal	53 (%34,6)	60 (%89,6)		
<b>Mikrokalsifikasyon</b>			%68,2	0,739
Yok	146 (%95,4)	63 (%94,0)		
Var	7 (%4,6)	4 (%6,0)		
<b>Vaskülarizasyon</b>			%80,5	<0,001
Tip 1 – Tip 5	126 (%82,4)	16 (%23,9)		
Tip 2-3-4	27 (%17,6)	51 (%76,1)		
<b>Gerinim Oranı</b>			%75,0	<0,001
≤1.7	117 (%76,5)	19 (%28,4)		
>1.7	36 (%23,5)	48 (%71,6)		
<b>Sonoelastografi</b>			%64,1	<0,001
Skor 1-2	86 (%56,2)	12 (%17,9)		
Skor 3-4-5	67 (%43,8)	55 (%82,1)		

## OLGULARDAN ÖRNEKLER

A)



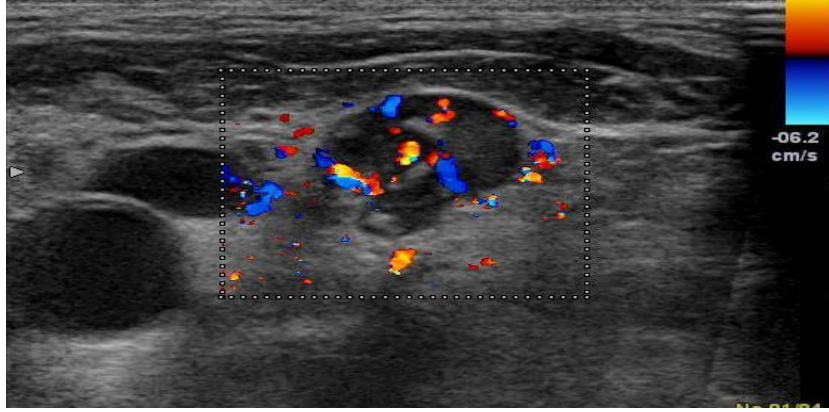
B)



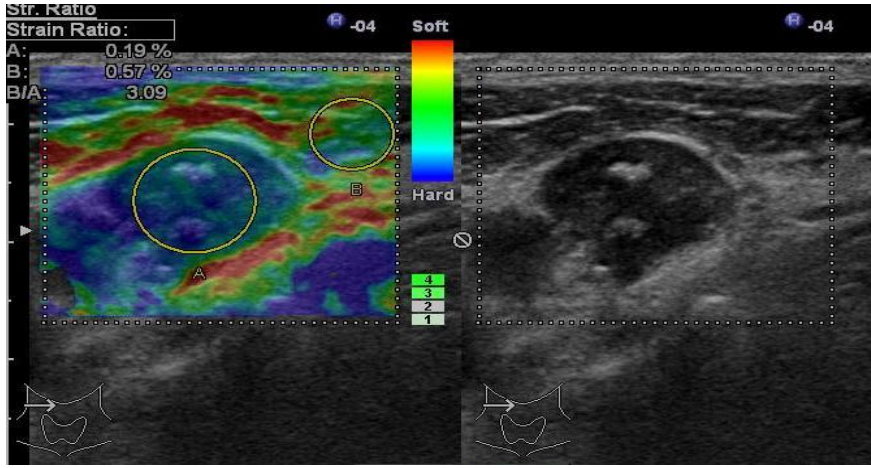
**OLGU 1.** 67 yaşında kadın olgu, metastatik meme kanseri. B-mod US değerlendirmede sol seviye 4 yerleşimli santral yağ ekojenitesi izlenmeyen, yuvarlak konfigürasyonlu lenf nodu izlendi. (A)Renkli Doppler lenf nodu periferel tarzda kanlanma göstermekteydi ve vaskülaritesi tip 3 olarak değerlendirildi. (B)Lenf nodunun elastisitesi Skor 4 olarak değerlendirildi. Kantitatif değerlendirmede lenf nodundan elde edilen gerinim oranı 5.78 idi.



A)

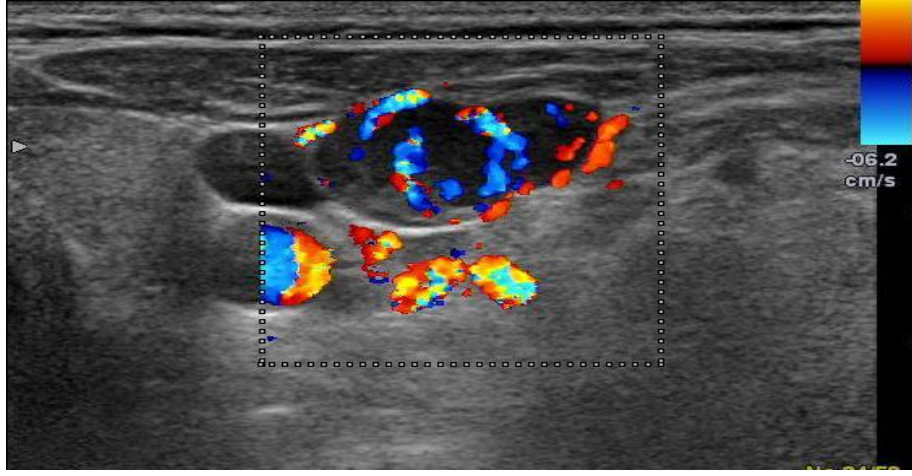


B)

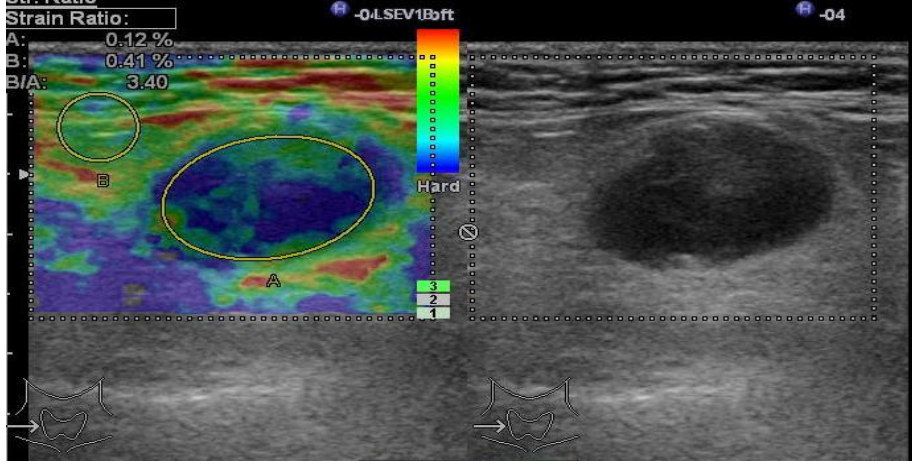


**OLGU 2.** 50 yaşında kadın olgu, metastatik akciğer kanseri. B-mod US değerlendirmede sol seviye 2 yerleşimli kemoradyoterapi sonra kalsifikasyonlar içeren, oval konfigürasyonlu lenf nodu izlendi. (A)Renkli Doppler incelemede lenf nodu santral ve periferel tarzda kanlanma göstermekteydi ve vaskülaritesi tip 4 olarak değerlendirildi. (B)Lenf nodunun elastisitesi Skor 4 olarak değerlendirildi. Kantitatif değerlendirmede lenf nodundan elde edilen gerinim oranı 3.09 idi.

A)

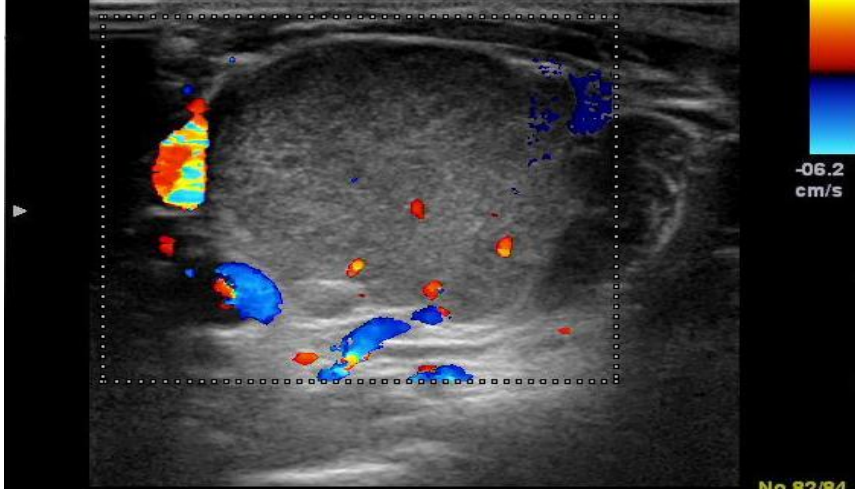


B)

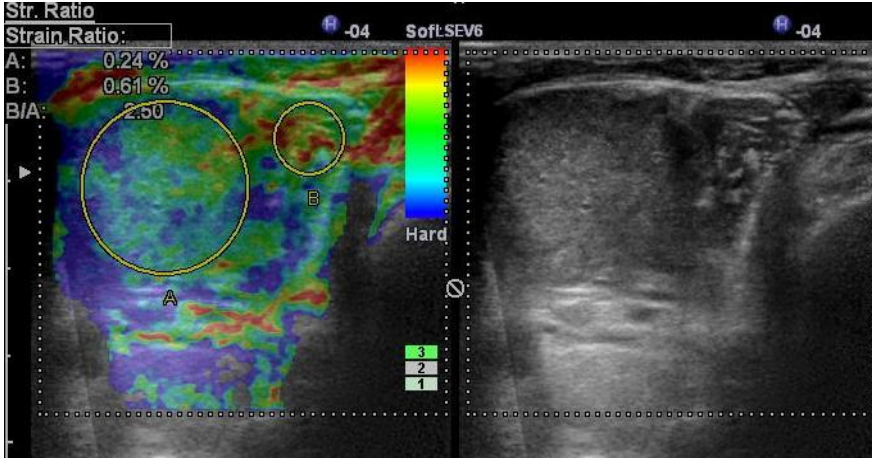


**OLGU 3.** 74 yaşında kadın olgu, metastatik dil kökü kanseri. B-mod US değerlendirmede sol seviye 3 yerleşimli santral yağ ekojenitesini kaybetmiş, oval konfigürasyonlu lenf nodu izlendi. (A)Renkli Doppler incelemede lenf nodu hiler ve santral tarzda kanlanma göstermekteydi ve vaskülaritesi tip 4 olarak değerlendirildi. (B) Lenf nodunun elastisitesi Skor 4 olarak değerlendirildi. Kantitatif değerlendirmede lenf nodundan elde edilen gerinim oranı 3.40 olarak hesaplandı.

A)

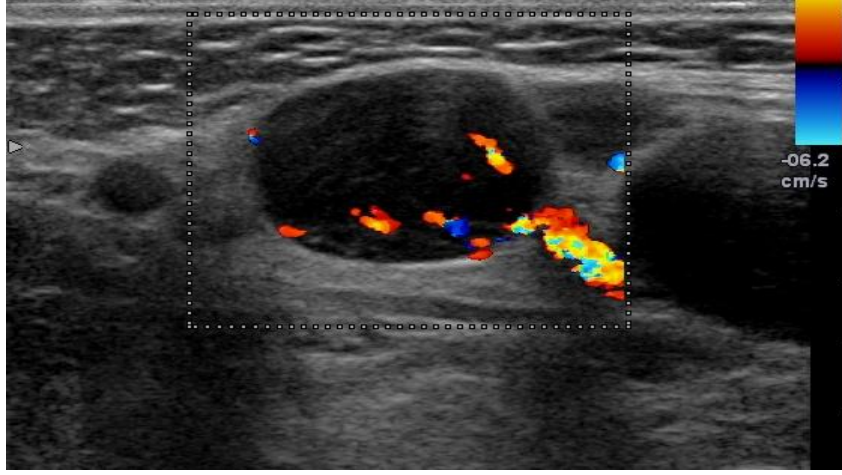


B)

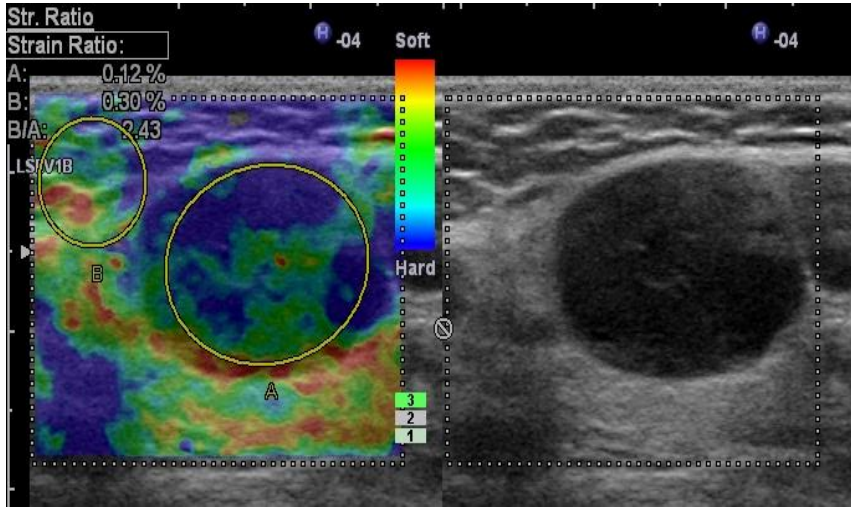


**OLGU 4.** 24 yaşında erkek olgu, metastatik testis kanseri. B-mod US değerlendirmede sol seviye 3 yerleşimli santral yağ ekojenitesini kaybetmiş, oval konfigürasyonlu heterojen iç yapıda lenf nodu izlendi. (A)Renkli Doppler incelemede lenf nodunun hafif noktasal paternde damarlanma gösterdiği dikkati çekti ve vaskülaritesi tip 2 olarak değerlendirildi. (B)US elastografide lenf nodunda mavi kodlanmış sert alanlar mevcut idi ve elastisitesi Skor 3 olarak değerlendirildi. Kantitatif değerlendirmede lenf nodundan elde edilen gerinim oranı 2.50 ölçüldü.

A)

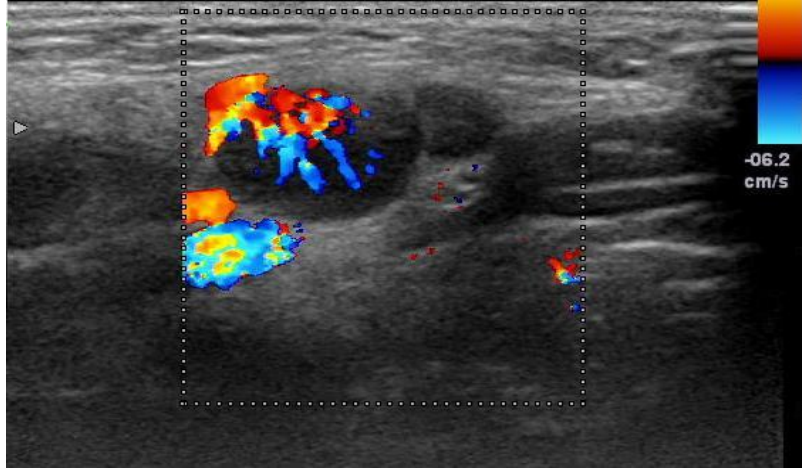


B)

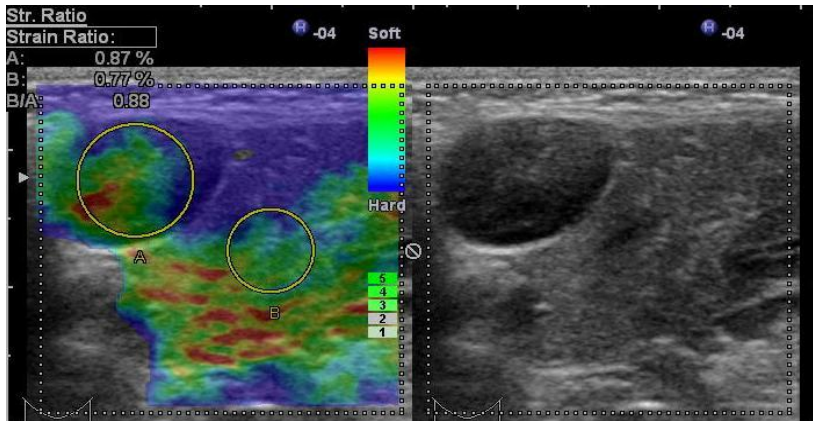


**OLGU 5.** 40 yaşında kadın olgu, Hodgkin lenfoma. B-mod US değerlendirmede sol seviye 1B yerleşimli santral yağ ekojenitesi izlenmeyen yuvarlak şekilli hipoekoik lenf nodu izlendi.. (A)Renkli Doppler incelemede lenf nodunun vaskülaritesi tip 4 olarak değerlendirildi. (B)Lenf nodunun elastisitesi Skor 3 olarak değerlendirildi. Kantitatif değerlendirmede lenf nodunun gerinim oranı 2.43 olarak hesaplandı.

A)

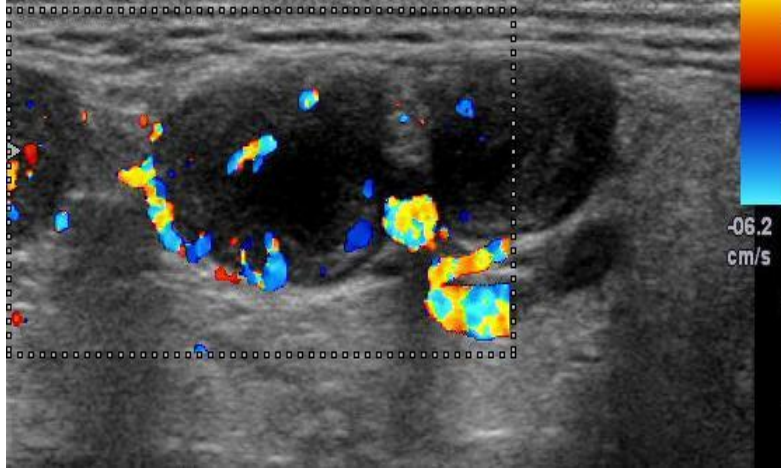


B)

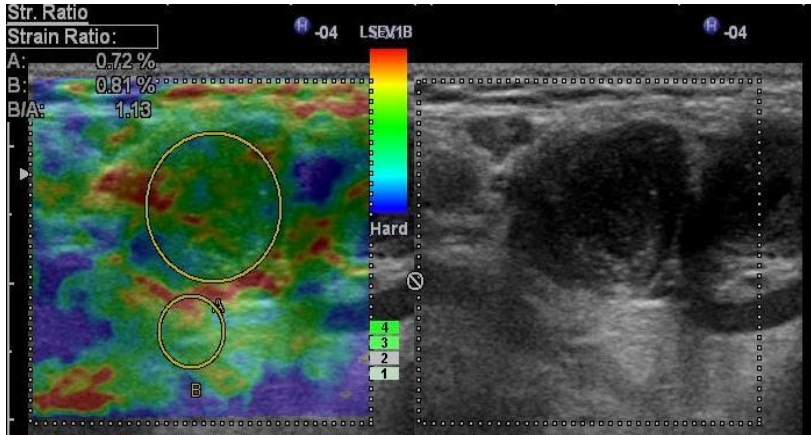


**OLGU 6.** 8 yaşında erkek olgu, ÜSYE-reaktif lenf nodu. B-mod US değerlendirmede sağ seviye 1B yerleşimli santral yağ ekojenitesini kaybetmiş, yuvarlak konfigürasyonlu lenf nodu izlendi. (A)Renkli Doppler incelemede lenf nodu santral hiler kanlanma göstermekteydi ve vaskülaritesi Tip 1 olarak değerlendirildi. (B) Lenf nodunun elastisite Skoru 2 olarak belirlendi. Kantitatif değerlendirmede lenf nodunun gerinim oranı 0.88 olarak hesaplandı.

A)

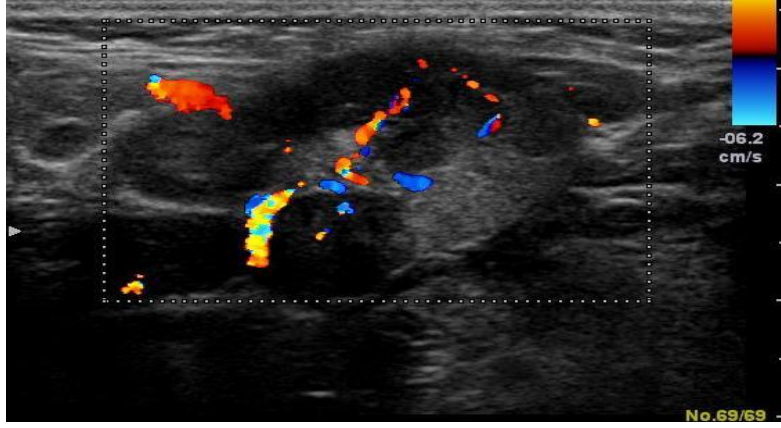


B)

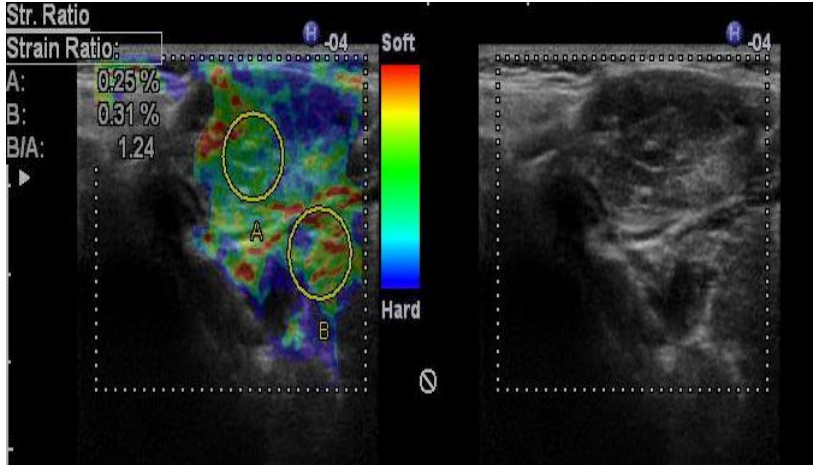


**OLGU 7.** 52 yaşında kadın olgu, Kikuchi fujimoto hastalığı. B-mod US değerlendirmede sol seviye 1B yerleşimli santral yağ ekojenitesi izlenen, kistik nekrotik alanlar içeren oval konfigürasyonlu lenf nodu izlendi. (A)Renkli Doppler incelemede bu lenf nodunda periferik ve santral patente kanlanma izlendi ve vaskülaritesi tip 4 olarak değerlendirildi. B-mod ve renkli Doppler US incelemesinde malignite lehine değerlendirilebilecek bulgulara sahip bu lezyonun (B)US elastografide oldukça yumuşak yapıda olduğu dikkati çekti ve elastisite skoru 2 olarak belirlendi. Kantitatif değerlendirmede de ortalama gerinim oranı tüm ölçümlerde 1.7' nin altında idi ve 1.13 olarak hesaplandı.

A)



B)



**OLGU 8.** 25 yaşında kadın olgu, granülomatöz süreç, Sarkoidoz. B-mod US değerlendirmede sol seviye 1B yerleşimli santral yağ ekojenitesi izlenen, heterojen iç yapıda oval konfigürasyonlu lenf nodu izlendi. (A)Renkli Doppler incelemede lenf nodunda hiler kanlanma izlendi ve vaskülaritesi Tip 1 olarak değerlendirildi. (B)Lenf nodunun elastisitesi Skor 3 olarak değerlendirildi. Kantitatif değerlendirmede lenf nodundan elde edilen gerinim oranı 1.24 idi.

## 5. TARTIŞMA

Servikal lenf nodları inflamatuvar ya da neoplazik nedenlerle büyüyebilmektedir. Lenf nodu patolojilerinin değerlendirilmesinde tanısal görüntüleme yöntemleri önemli rol oynamaktadır. Temel olarak radyolojik yöntemlerin önemi, patolojik özellikte lenf nodunun varlığının ortaya konması, saptanan lenf nodlarının metastatik hastalığın yayılımına bağlı olup olmadıklarının yorumu, ektranodal uzanımın ve komşu vital organ invazyonlarının belirlenmesi ve tedaviye yanıtın izlenmesi olarak sıralanabilir. Servikal lenf nodlarının değerlendirilmesinde, B-mod US ilk seçilen görüntüleme yöntemi olup, lenf nodlarının yeri, sayısı, boyutu, biçimi, konturları, iç yapıları, hilus varlığı, kümeleşmeleri ve komşu yumuşak doku ödeminin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Renkli Doppler ve power Doppler US ile intranodal damarsal dağılım değerlendirilebilmektedir. Yapılan bir çalışmada power Doppler ultasonografinin, gri skala bulgularının kuşkulu olduğu olgularda metastatik nodların %5'ine, reaktif nodların %17'ine tanı konulmasına yardımcı olduğu bulunmuştur (7).

B-mod ve renkli Doppler görüntülemeye özgül kriterlerin hiçbiri metastaz varlığını göstermede %100 güvenilir değildir (95). Tecrübeli kişiler tarafından yapılan ince iğne aspirasyon sitolojilerinden ümit verici sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Van den Brekel ve arkadaşları (96) klinik olarak TNM sınıflamasına göre N0 olan 54 hastada yaptıkları çalışmada US eşliğinde ince iğne aspirasyonunun özgüllük %100 ve duyarlılığını %74 olarak tespit etmişlerdir.



Sonuçlarının çok iyi olmasına rağmen uygulayıcı bağımlı olması ve sonuçların uygulayıcılar arası değişkenliği US'nin bu alandaki yaygın kullanımını sınırlandırmıştır. Ayrıca, invaziv bir işlem olması nedeniyle, her lenf noduna (5mm'den küçük) ince iğne aspirasyonu yapmak zordur.

Bu durum malign ve benign lenf nodlarının ayırımında, ince iğne aspirasyon biyopsisine ya da cerrahiye gidecek hasta sayısını azaltacak yeni bir yöntem arayışını doğurmuştur (97-99).

US elastografi son yıllarda meme, tiroid, prostat gibi dokuların tümörlerinin incelenmesinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca parotis ve pankreasın değerlendirilmesiyle ilgili yeni çalışmalar da literatüre eklenmektedir (100-103).

Malign hücrelerde kontakt inhibisyon mevcut olmadığından hücrelerde sürekli bölünme ve sayıca artış olmaktadır. Tümör dokusunda nükleus/sitoplazma oranının artması ve anjiogenez sonucunda dokuda normal parankim ve stroma kaybı olmaktadır. Normaden hızlı büyüyen ve içerisinde sayıca çok hücre ve damarsal yapı barındıran malign kitleler normal dokuya ve benign kitlelere oranla daha sert olmaktadır (104).

Tıpkı diğer US yöntemleri gibi, ucuz, kolay erişilebilir ve gerçek zamanlı olması, iyonizan radyasyon içermemesi, noninvaziv olması, uygulanmasının kolay olması ve kısa sürmesi US elastografinin önemli üstünlükleridir.

Benign lenf nodlarını malign lenf nodlarından ayırdedicek özgül kriterler kesin olarak belirlenmiş değildir. Servikal lenf nodlarını değerlendirmede kısa aks çapı, her seviye için farklıdır. Bu yüzden çalışmamızda tüm seviyeler için ortak en iyi kesim değeri ROC eğrisi kullanılarak belirlenmiştir. Kısa aks çapı için kesim değeri çalışmamızda 9,45 mm olarak belirlenmiştir. Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede kısa aks çapının doğruluğu %54,5 idi. Benign ve malign lenf nodlarının kısa aks çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Lyshchick ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, kısa aks çapının doğruluğu %65, Alam ve arkadaşlarının çalışmasında ise %84 olarak bildirilmiştir (3,13).

Lenf nodlarının şekil özelliği göz önüne alınarak, lenf nodu boyutları uzun/kısa aks oranı (U/K) 2 ve üzerinde, 2 altında olarak değerlendirilmiştir. Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede doğruluğu %55,9 idi. Lyshchick ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, uzun/kısa aks oranının doğruluğu %79, Alam ve arkadaşlarının çalışmasında ise %56 olarak bildirilmiştir (3,13). Bizim çalışmamızda doğruluk oranının düşük olması çalışmaya dahil edilen granüloamatöz lenf nodlarının sayıca çokluğu ve malign lenf nodlarını taklit eden özelliklerinden dolayı olduğu sonucuna varılmıştır.

Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede homojen ve heterojen iç yapı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede heterojen iç yapının doğruluğu %73,2 idi. Lyshchick

ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, heterojen iç yapının doğruluğu %77 olarak bildirilmiştir (13).

Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede anormal ve normal hilus varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0,001$ ). Benign ve malign lenf nodlarını ayırt etmede anormal hilus varlığının doğruluğu %72,7 idi. Hilus yokluğunun doğruluğu Lyshchick ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada %62, Alam ve arkadaşlarının çalışmasında ise %86 olarak bildirilmiştir (3,13). Bizim çalışmamızda, literatürden farklı olarak hilus yokluğu tek başına değil anormal hilus başlığı altında değerlendirilmiştir.

Lyshchick ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada mikrokalsifikasyon varlığının malignite açısından doğruluğu %59 olarak bildirilmiştir (13). Bizim çalışmamızda, mikrokalsifikasyon varlığı çok nadir bir bulguydu. 220 lenf nodunun sadece 11 (%5) inde mikrokalsifikasyon saptandı. Bunlardan 7 (%4,6) si benign lenf nodu iken 4 (%6) ü malign lenf nodu idi.

Çalışmaya dahil edilen lenf nodlarında tip 1 ve tip 5 vaskülarite benign özellik olarak, tip 2, 3 ve 4 vaskülarite ise malign özellik olarak kabul edilmiştir. Benign lenf nodları arasında en sık %71,9 oranında Tip 1 vaskülarizasyon izlenirken, malign lenf nodları arasında en sık %35,8 oranında Tip 4 vaskülarizasyon izlendi. Tip 1 ve 5 vaskülarizasyon benign lenf nodlarının 126'sında (%82,4) izlenirken, malign lenf nodlarının 19'unda (%23,9) izlendi. Tip 2,3 ve 4 vaskülarizasyon ise benign lenf nodlarının 36'sında (%23,5) izlenirken, malign lenf nodlarının 48'inde (%71,6) izlendi. Nodüllerin vaskülarizasyon tipleri

ile malignite arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). Renkli Doppler US'nin benign ve malign lenf nodunu ayırtetmede sırasıyla duyarlılık, özgüllük, pozitif öngörü ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %76,1, %82,4, %65,4, %88,7, %80,5 olarak hesaplanmıştır. Tan ve ark.'nın (105) yaptığı çalışmada lenf nodları power Doppler US ile değerlendirilmiş olup bizim çalışmamızda olduğu gibi tip 1 ve tip 5 vaskülarite benign özellik olarak, tip 2, 3 ve 4 vaskülarite malign özellik olarak kabul edilmiştir. Çalışmada Tip 2,3 ve 4 vaskülarizasyon gösteren lenf nodlarının, 57.115 kez daha fazla malign olmaya yatkın oldukları belirtilmiştir. Lyschik ve ark.'nın yaptığı çalışmada lenf nodları power Doppler US ile değerlendirmiş olup iki tip vaskülarizasyon belirlenmiştir (13). Tip 1 vaskülarizasyonda akım sinyali yok ya da hilusta sınırlı olarak kabul edilmiş, Tip 2 vaskülarizasyon ise artmış periferel kan akımı olarak kabul edilmiştir. Sonuç olarak power Doppler US'nin ultrasonografinin tanısal doğruluğunu arttırmadığı belirtilmiştir. Power Doppler incelemesinin sırasıyla duyarlılık, özgüllük, pozitif öngörü ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %47, %99, %97, %71, %77 olarak belirtilmiştir. Ahuja ve ark. (8), periferel vaskülarite varlığının (hiler vaskülarizasyondan bağımsız), maligniteyi yüksek oranda düşündürdüğünü belirtmişlerdir. Tschammler ve ark (70,71), renkli Doppler ultrasonografinin, lenf nodlarının iç vaskülaritesinden yola çıkılarak, yüzeysel lenf nodlarının malign-benign ayrımında yararlı ve güvenilir bir yöntem olduğunu özgüllüğünün %77, duyarlılığının %96 düzeyinde olduğunu belirtmektedir. Renkli Doppler US bulgularımız, literatürde konu ile ilgili çalışmaların büyük kısmı ile uyumluydu.

Çalışmaya dahil edilen lenf nodlarında Skor 1 ve Skor 2 benign özellik, Skor 3,4,5 ise malign özellik olarak kabul edilmiştir. Lezyonda sert alan yüzdesi %45'in üstünde ise Skor 3, periferik sert-santral yumuşak alan mevcut ise Skor 4, lezyon tamamen sert ise Skor 5 olarak değerlendirilmiştir. Benign lenf nodlarının %56,2'i Skor 1 veya 2, malign lenf nodlarının ise %82,1'i ise Skor 3,4 veya 5 olarak değerlendirilmiştir. Skor 5 olup benign olan lenf nodu saptanmadı. Benign grup içerisinde sık rastlanan skorlar, %77,8 oranında Skor 2 ve 3'tü. Malign grupta ise en sık rastlanan skor, %41,8 oranında Skor 4'tü. Benign grup içerisinde Skor 3 ve 4 sırasıyla %32,7, %11,1 oranında saptandı. Malign grupta ise Skor 1 ve 2 sırasıyla %3, %10,4 oranında saptandı. Malign grubu, lenfoma ve metastazlar oluşturmakta olup lenfoma olgularında en sık Skor 4 (%40) ve Skor 3 (%27,5) izlenirken Skor 5, %7,5 oranında izlenmiştir. Metastaz olgularında en sık Skor 4 (%44) ve Skor 3 (%33,3) izlenirken Skor 5, %14,8 oranında izlenmiştir. Skor 1 metastatik grupta izlenmezken, lenfoma olgularında %5 oranında izlenmiştir.

Benign grup, akut lenfadenit, enfeksiyöz mononükleozis, granümatöz lenfadenit, kikuchi lenfadeniti, Rosai dorfman hastalığı ve tularemi olgularını içermekteydi. Akut lenfadenit olgularında en sık Skor 2, enfeksiyöz mononükleoziste en sık Skor 3, granümatöz lenfadenitte en sık Skor 2-3, kikuchi lenfadenitinde en sık ve tek Skor 2, Rosai dorfman hastalığında en sık ve tek Skor 4, tularemi en sık Skor 2-3 izlendi. Rosai Dorfman hastalığı olan 2 olguda B mod, renkli Doppler ve US elastografi özellikleri, malign lezyonlarla karışmaktaydı, bizim çalışmamızda ayırımı yapılmasında üç inceleme yöntemide

tek başına yetersiz olup Rosai dorfman hastalığının malign süreçlerden ayrımının yapılmasında daha geniş serili çalışmalar gerekmektedir.

Bu skortlama uygulandığında, elastisite skortlamasının benign ve malign lenf nodunu ayırtetmede sırasıyla duyarlılık, özgüllük, pozitif öngörü ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %82,1, %56,2, %45,1, %87,8, %64,1 olarak hesaplanmıştır.

Tan ve ark.`nın yaptığı çalışmada benign lenf nodları %87,9 oranında Skor 1 veya 2, malign lenf nodlarının ise %50'si Skor 3 veya 4 olarak bulunmuştur (105). Malign lenf nodları içerisinde, primer malign lenf nodları %100 oranında Skor 2, metastatik lenf nodları ise %74,5 oranında Skor 3 veya 4 olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda Skor 1 ve 2 varlığının lenfomalarda metastazlardan sık olduğu izlenmektedir. Bu veri literatürü destekler nitelikte olup primer ve sekonder lenf nodu malignitelerinin ayrımında yararlı olabileceği düşünmekle beraber daha geniş serili çalışmaların daha anlamlı olacağı düşüncesindeyiz.

Gerinim oranı için anlamlı bir *kesim noktası (cut-off point)* belirlemek amacıyla, lenf nodlarından elde edilen gerinim oranı değerlerine ait duyarlılık ve özgüllük değerleri SPSS programı yardımıyla hesaplandı ve duyarlılık ve özgüllük değerinin toplamının en büyük olduğu 1.7 kesim noktası olarak belirlendi. Lenf nodlarının 136'ında gerinim oranı 1.7 ve altındaydı. Bunlardan 117'i benign, 36'sı maligndi. 85 lenf nodunda gerinim oranı 1.7 üzerinde olarak

hesaplanmış olup bunlardan 36'sı benign, 48'i maligndi. Benign lenf nodlarının %76,5'inde gerinim oranı 1.7 ve altında iken malign grupta bu oran %28,4 idi. Malign lenf nodlarının %71,6'sında gerinim oranı 1.7 üzerinde iken benign grupta bu oran %23,5 idi. Gerinim oranı 1.7'nin üzerinde ve altında olan lenf nodları arasında malignite açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p<0,001$ ). Gerinim indeksinin tek başına benign ve malign lenf nodlarını ayırtetmede sırasıyla duyarlılık, özgüllük, pozitif öngörü ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %71,6, %76,5, %57,1, %86, %75 olarak hesaplanmıştır.

Lyshchik ve ark.'nın çalışmada US elastografi ile lenf nodlarının görüntülenme özellikleri, parlaklıkları, sınırlarının düzenli olup olmaması, sınır keskinliği ve gerinim oranı değerlendirilmiştir (13). Metastatik lenf nodlarının %37'i, benign lenf nodlarının ise %95'i komşu kas dokusuna ile karşılaştırıldığında hafif koyu, hafif açık veya benzer parlaklıkta değerlendirilmiştir. Metastatik lenf nodlarının ise sadece %63'ü komşu dokudan daha koyu (sert) olarak değerlendirilmiştir. Gerinim oranı için kesim noktası bu çalışmada 1.5 olarak belirlenmiş olup, benign lenf nodlarının büyük kısmı (%98) 1.5 altında, metastatik lenf nodlarının ise %85'i gerinim oranı 1.5 üzerinde olarak değerlendirilmiştir. Tüm tanısal kriterler değerlendirildiğinde gerinim oranının %92 ile en yüksek doğruluğa sahip olduğu belirtilmiştir. Gerinim indeksinin tek başına benign ve malign lenf nodlarını ayırtetmede sırasıyla duyarlılık özgüllük, pozitif öngörü ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %85, %98, %96, %90, %92 olarak hesaplanmıştır.

Alam ve ark.'nın çalışmasında US elastografi için benzer skorlama sistemi kullanılmış olup skorlamanın benign ve malign lenf nodlarını ayırtetmede sırasıyla duyarlılık, özgüllük, pozitif öngörü ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %83, %100, %100, %78, %89 olarak hesaplanmıştır (3).

Tan ve ark.'nın çalışmasında, US elastografi için bizim çalışmamızdan farklı olarak 4 farklı skorlama kullanılmıştır (105). Skor 1 lenf nodunda %80 ve üzerinde yeşil veya kırmızı alan izlenmesi, Skor 2 %50-80 oranında yeşil veya kırmızı alan izlenmesi, %50-80 oranında mavi (sert) alan izlenmesi, Skor 4 ise %80 üzerinde mavi (sert) alan izlenmesi olarak tanımlanmıştır. Gerinim oranı için kesim noktası 1.5 olarak belirlenmiştir. Bu iki kriterin birlikteliği ile benign ve malign lenf nodlarını ayırtetmede sırasıyla duyarlılık, özgüllük, pozitif öngörü ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %92,8, %53,4, %70,7, %86,1, %75 olarak hesaplanmıştır.

Yapılan çalışmalarda US elastografinin en önemli avantajının yüksek özgüllüğe sahip oluşu vurgulanmıştır. Bizim çalışmamızda ise duyarlılığı özgüllüğüne oranla daha anlamlı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda tüm özellikler içerisinde, duyarlılığı en yüksek olan özellikler sırasıyla, hilus varlığı (%89,6), kısa aks çapı (%86,6) ve US elastografi (%82,1) idi. Özgüllüğü en yüksek olan iki özellik ise, gerinim oranı (%76,5) ve ekojenite (%75,8) idi. Genel doğruluk değeri en yüksek olan özellik vaskülarizasyon tipi idi (%80,5).



Çalışmamızda 3 ve üzeri elastisite skorunun duyarlılık, özgüllük ve genel doğruluğuna bakıldığında, duyarlılık yüzdesinin (%82,1) anormal hilus ve kısa aks çapından sonra geldiği, özgüllüğünün (%56,2) genel olarak B mod ve renkli Dopplerden düşük olduğu ancak negatif öngörü değerinin (%87,8) anormal hilustan sonra geldiği dikkati çekmiştir. Genel doğruluğuna (%64,1) bakıldığında, uzun/kısa aks oranı ve kısa aks çapı dışında B-mod ve renkli Doppler değişkenlerinden düşük olduğu saptanmıştır. Gerinim indeksi için kesim değeri 1.7 olarak saptanmış olup literatürde iki çalışmada belirtilen 1.5 değerinden yüksektir. 1.7 gerinim oranının duyarlılık, özgüllük ve genel doğruluğuna bakıldığında, duyarlılık yüzdesinin (%71,6) anormal hilus, kısa aks çapı, uzun/kısa aks oranı ve vaskülarizasyon tipinden sonra geldiği, özgüllüğünün (%76,5) genel olarak B-mod değişkenleri ve renkli Dopplerden düşük olduğu ancak negatif öngörü değerinin (%86) yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Genel doğruluğuna (%75) bakıldığında, renkli Dopplerden sonra gelmektedir.

Lenf nodlarını ayırt etmede B-mod, renkli Doppler ve US elastografinin tekli ve birlikte etkileri değerlendirildiğinde, duyarlılığı en yüksek olan incelemeler sırasıyla, B-mod (%97,0), US elastografi (%82,1), renkli Doppler (%76,1), B-mod ve renkli Doppler incelemelerin (%76,1) kombinasyonu idi. Özgüllüğü en yüksek olan incelemeler ise, B-mod, US elastografi ve renkli Doppler incelemeleri (%86,9) ve US elastografi ve renkli Doppler incelemelerinin (%86,3) birlikteliği idi. Genel doğruluk değeri en yüksek olan incelemeler ise sırasıyla, B-mod ve renkli Doppler (%81,4), renkli Doppler (%80,5), B-mod, US

elastografi ve renkli Doppler (%79,5) incelemeleri idi. Tek başına ve kombine değerlendirmelerde doğruluğu en düşük olan inceleme, B-mod US incelemesi idi.

Alam ve ark. (3) benzer şekilde B-mod ultrasonografi ve US elastografiyi kombine olarak değerlendirmiş olup benign ve malign lenf nodlarını ayırtmada sırasıyla duyarlılık, özgüllük, pozitif öngörü ve negatif öngörü değeri ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %92, %94, %96, %88, %93 olarak hesaplanmıştır. Kombine incelemede tek başına B-mod ultrasonografi ve US elastografiye oranla daha yüksek oranda doğruluk (%93) elde edilmiştir.

Bizim çalışmamızda US elastografinin tek başına özgüllüğünün (%56,2) düşük olduğu ancak renkli Doppler US (%86,3) ve B-mod ile birlikte renkli Doppler US (%86,9) ile kombine edildiğinde duyarlılığında belirgin artış saptanmıştır.

Uygulayıcı kişinin öznel değerlendirmesine bağlı olması, gerçek-zamanlı incelemenin bir sınırlılığı olarak sayılabilir. Literatürde, elastografik değerlendirmede gözlemciler arası yorum farklılığını araştıran çalışmalar bildirilmiştir (105,106). Akıllarda soru işareti oluşturan bu durum, değerini asla yitirmeyecek olan gerçek-zamanlı incelemenin yanında, kantitatif bilgi de sunan bir yöntemin gereksinimini doğurmuştur. Kantitatif değerlendirmede en sık kullanılan değer, bizim de çalışmamızda kullandığımız gerinim oranıdır. Gerinim oranı değerlendirilirken doğru ölçüm yapabilmek için, tek bir ölçümle yorum yapılmaması, doğru sonuç almak için birden fazla ölçüm yapılarak ölçümlerin birbiri ile karşılaştırılması ve ölçümlerin gerçek-zamanlı incelemeyi yansıtan

statik görüntülerden yapılması büyük önem taşımaktadır. Ancak skorlamanın, uygulayıcı kişinin öznel değerlendirmesine bağlı olması, gerçek-zamanlı incelemenin sınırlılığı olarak kabul edilebilir.

Çalışmamızda Us elastografi verileri, elastografi görüntüleri ve gerinim oranı ölçümü ile, yani verilerin hem kalitatif hem de kantitatif bilgi kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca, Us elastografi ile birlikte B-mod ultrasonografi ve renkli Doppler görüntüleme de yapılması, elastografi verilerinin diğer sonografik veriler ile karşılaştırılmasına olanak sağlamıştır.

Literatürdeki çalışmalara paralel olarak bizim çalışmamız da göstermiştir ki; US elastografi lenf nodlarının ayırıcı tanısında B mod ve renkli Doppler ultrasonografi bulgularına katkı sağlayan duyarlılığı yüksek bir tetkiktir.

US elastografi, benign ve malign servikal lenf nodlarının ayırıcı tanısında umut vaad eden bir inceleme yöntemi olup B-mod ve Doppler US ile birlikte kullanıldığında gereksiz biyopsilerin sayısını azaltacağı görüşündeyiz.

## **6. SONUÇ**

US-elastografi, konvansiyonel US cihazları kullanılarak dokuya bası uygulanması sonrası dokudaki şekil değiştirme derecesini yarı-nicel olarak ölçen bir görüntüleme yöntemidir. Son yıllarda meme, tiroid, prostat gibi dokuların

tümörlerinin incelenmesinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca parotis ve pankreasın değerlendirilmesiyle ilgili yeni çalışmalar da literatüre eklenmektedir (100-103). Tıpkı diğer US yöntemleri gibi, ucuz, kolay erişilebilir ve gerçek zamanlı olması, iyonizan radyasyon içermemesi, noninvaziv olması, uygulanmasının kolay olması ve kısa sürmesi US elastografinin önemli üstünlükleridir.

Çalışmamızda US elastografi verileri, elastografi görüntüleri ve gerinim oranı ölçümü ile, yani verilerin hem kalitatif hem de kantitatif bilgi kullanılarak elde edilmiştir. Gerinim oranı için kesim değeri olarak 1.7 anlamlı bulunmuştur. Ayrıca, US elastografi ile birlikte B-mod ultrasonografi ve renkli Doppler görüntüleme de yapılması, elastografi verilerinin diğer sonografik veriler ile karşılaştırılmasına olanak sağlamıştır.

US elastografi, benign ve malign servikal lenf nodlarının ayırıcı tanısında umut vaat eden bir inceleme yöntemi olup B-mod ve Doppler US ile birlikte kullanıldığında gereksiz biyopsilerin sayısını azaltacağı görüşündeyiz.

Sonuç olarak US-elastografi, boyut artışı gösteren lenf nodlarının ayırıcı tanısında ve hastaya uygulanacak işlemler ile ilgili kararların verilmesinde, B-mod ve Doppler US ile birlikte kullanıldığında tanısal doğruluğu artıran bir yöntemdir



## 7. KAYNAKLAR

1. Oyar O. Boyun lenf Bezleri: Boyun Ultrasonografisi. Birinci Baskı. Oyar O (ed) Güven-Nobel, İzmir 2000, S85-123
2. Ying M, Ahuja A: Sonography of neck lymph nodes. Part 1: normal lymph nodes. Clin Radiol 58 (5):351-8, 2003
3. Alam F, Naito K, Horiguchi J, Fukuda H, Tachikake T, Ito K: Accuracy of Sonographic Elastography in the Differential Diagnosis of Enlarged Cervical Lymph Nodes: Comparison with Conventional B-Mode Sonography. AJR 2008; 191: 604-610
4. Som PM. Detection of metastasis in cervical lymph nodes: CT and MR criteria and differential diagnosis. Am J Roentgenol 1992;158:961-9.
5. YingM,AhujaA.[13Screens]URL:[http://www.droid.cuhk.edu.hk/web/specials/lymph\\_nodes/lymph\\_nodes](http://www.droid.cuhk.edu.hk/web/specials/lymph_nodes/lymph_nodes). March 02, 2010
6. Ahuja A, Ying M: An Overiev of Neck Node Sonography. Invest Radiol 37: 333-342, 2002
7. Ahuja A, Ying M: Sonographic Evaluation of Cervical Lymphadenopathy: is Power Doppler Sonography Routinely Indicated? Ultrasoun Med Biol 29 (3):353-9,2003
8. Ying M, Ahuja A: Sonography of neck lymph nodes. Part 2: abnormal lymph nodes. Clin Radiol 58 (5):359-66, 2003
9. Ahuja A, Ying M: Sonographic Evaluation of Cervical Lymph Nodes. AJR Am J Roentgenol 185 (5): 1691-9, 2005
10. Kahraman ZF. Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi ile Servikal Lenf Nodlarının Karakterizasyonu ve Histopatolojik Korelasyon.Uzmanlık Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi, 2006

11. Bhatia KSS, Rasalkar DD, Lee YP, Wong KT, King AD, Yuen HY, AT, Ahuja. Evaluation of real-time qualitative sonoelastography of focal lesions in the parotid and submandibular glands applications and limitations. Eur. Radiol.2010; Aug.20 (8):1958–64
12. Nazarian LN. Science to Practice: Can Sonoelastography Enable Reliable Differentiation between Benign and Metastatic Cervical Lymph Nodes? Radiology 2007; 243 (1): 1–2
13. Lyshchik A, Higashi T, Asato R, Tanaka S, Ito J, Hiraoka M et al. Cervical Lymph Node Metastases: Diagnosis at Sonoelastography—Initial Experience. Radiology 2007; 243 (1):258–267
14. Lyshchik A, Higashi T, Asato R, Tanaka S, Ito J, Mai J.J et al. Thyroid Gland Tumor Diagnosis at US Elastography. Radiology 2005; 237:202–211
15. Kaya T. Temel Radyoloji Tekniği.1997. 415-427
16. Oyar O, Gülsoy UK, Tibbi Görüntüleme Fiziği. 2003; Rekmay, 167- 230
17. Rumack MC, Wilson RS, Charboneau JW. Physics of ultrasound. Diagnostic Ultrasound. Üçüncü Baskı, Mosby, Missouri, 2005; 3–35
18. Kalender O, Kavalcı R,Ultrasonografi (makale). Odevsitesi.com/odevler/1/13607-Ultrasonografi
19. Hagen-Ansert SL. Ultrasonun Temelleri: Tanısal Ultrasonografi. Beşinci Baskı, Güneş Kitabevi, 2005; 3- 23
20. Tuncel E. Klinik Radyoloji. İkinci Baskı, Nobel-Güneş Kitabevi 2007; 173–174
21. Luo J, Ying K, Bai J. Elasticity reconstruction for ultrasound elastography using a radial compression: an inverse approach. Ultrasonics 2006;44: 195–8.
22. Garra BS. Imaging and estimation of tissue elasticity by ultrasound. Ultrasound Q 2007;23 (4):255–68.

23. Taylor LS. Three-dimensional sonoelastography; principles and practices with application to tumor visualization and volume estimation. University of Rochester, Rochester -New york,2002
24. Ophir J, Kallel F, Varghese T, Alam SK, Krouskop T, Garra BS, et al. Elastography. Optical and acoustical imaging of biological media 2001;4:1193–212.
25. Pehlivan F. Biyofizik. 2. Baskı. Ankara:Hacettepe Taş,1997;390-4.
26. Damask AC. Medical Physics Vol.1, Academic Press, New york
27. Burr. DB, Turner CH. Basic biomechanical measurements of bone, 1993. 14: 595-608
28. Herzog W, Nigg B. Biomechanics of musculoskeletal system. 2nd. Ed. New York 2002, 49-84
29. Havre RH, Elde E, Gilja OH, Odegaard S, Eide GE, Matre K, et al. Freehand real-time elastography: impact of scanning parameters of image quality and in vitro intra- and interobserver validations. Ultrasound Med Biol 2008;34 (10):1638–50.
30. Lerner RM, Huang SR, Parker KJ. “Sonoelasticity” images derived from ultrasound signals in mechanically vibrated tissues. Ultrasound Med Biol 1990;16 (3):231-9.
31. Ophir J, Alam SK, Garra B, Kallel F, Knofagou E, Krouskop T, et al. Elastography: ultrasonic estimation and imaging of the elastic properties of tissues. Proc Inst Mech eng 1999;213 (3):203-33
32. Garra BS, Cespedes EI, Ophir J, Spratta SR, Zurbier RA, Magnant CM, et al. Elastography of breast lesions: initial clinical results. Radiology 1997;202 (1):79-86.
33. Cochlin DL, Ganatra RH, Griffiths DF. Elastography in the detection of prostatic cancer. Clin Radiol 2002;57 (11):1014-20.



34. Şeftalioğlu A. Genel ve Özel İnsan Embriyolojisi. Üçüncü Baskı. Ankara 1998, S444-445
35. Erkoçak A. Lenf Düğümleri: Özel histoloji. 5.Baskı. Erkoçak A (ed) refko, İzmir 1984, S:55-63
36. Rouviere H. Lymphatic system of the Head and Neck. Ann Arbor, Mich: Edwards Brothers, 1938; 5-28
37. Shah J, Strong E, Spiro R, Vikram B. Surgical Grand Rounds: Neck dissection: Current Status and Future Possibilities. Clin Bull 1981;11:25-33
38. SOM PM, Curtin HD: Lymph nodes: Head and Neck Imaging, Fourth Edition. Som PM, Curtin HD (ed) Mosby, United states Of America 2003, S 1865-1929
39. Bruneton JN, Rubatelli L. Lymph nodes. In: Solbiati L, Rizzato G, editors. Ultrasound of Superficial Structures. 1st ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1995. p. 279-301
40. Çavuşoğlu AÇ, Saydam S, Canda T, Sakızlı M. Meme Tümör Sınıflamasında Yenilik Çabaları. The Journal Of Breast Health 2009, Cilt 5, Sayı 4, S: 187- 190
41. R.Ferrer. Lymphadenopathy: Differential Diagnosis and Evaluation. AmericanFamily Physician, URL: <http://www.aafp.org/afp/981015ap/ferrer.html> Oct 15, 1998; 2-12
42. Razeq A.A.K.A, Castillo M. İmaging Appearance of Granulomatous Lesions of Head and Neck. European Journal Of Radiology 76 (2010)52-60
43. Kumar V, Cotran RS, Robbins SL: Pathologic Basis of Disease. 5th ed. Pennsylvania: W.B Saunder, 1994;634-648
44. Yılmaz S, Sağlam K. Lenfadenopatiye Tanısal Yaklaşım ve Tüberküloz Lenfadenit Tedavisi. URL: <http://www.gata.edu.tr/dahilibilimler/ichastaliklari/files/dersler/49.pdf>. S:1-14. March 04, 2010.

45. Bosch X, Guilabert A. Kikuchi-Fujimoto Disease. *Orphanet J Rare Dis.* 2006 May 23;1:18 Review.
46. Xavier RG, Silva DR, Keiserman MW, Lopes MF. *J Bras Pneumol.* Kikuchi-Fujimoto Disease 2008 Dec;34 (12): 1074-8
47. Hua F, Zhu L. Kikuchi Fujimoto Disease Associated with Cryptogenic Organizing Pneumonia: A Case Report and Literature Review. *BMC Infect Dis.* 2010 Mar 11; 10-64
48. Dahnert W: *Radiology Review Manual* 2nd ed. Baltimore: Williams-Wilkins, 1996;337-345
49. Weissleder R, Wittenberg J, Harisinghani M.G. *Primer of Diagnostic Imaging.* 3rd ed. 2003 S: 80-81
50. Özdemir H, Kendirli T. Kawasaki Hastalığı. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası* Cilt 57, Sayı 1, 2004 S:39-44
51. Sakai O, Curtin HD, Romo LV, Som PM. Lymph node pathology. Benign proliferative, lymphoma, and metastatic disease. *Radiol Clin North Am.* 2000 Sep;38 (5):979-98.
52. Baatenburg de Jong RJ, Rongen RJ, Verwoerd CD, van Overhagen H, Lameris JS, Knecht P. Ultrasound-guided fine-needle aspiration biopsy of neck nodes. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;117:402-4
53. Gültekin S. Lenf Nodu Doppler Ultrasonografi. *Tıbbi Ultrasonografi Derneği, Klinik Doppler Uygulamaları Kursu*, 2-3 Mayıs 2009, S:1-9
54. Bruneton JN, Rubatelli L. Lymph nodes. In: Solbiati L, Rizzato G, editors. *Ultrasound of Superficial Structures.* 1st ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1995. p. 279-301
55. Senchenkov A, Staren ED. Ultrasound in head and neck surgery: thyroid, parathyroid and cervical lymph nodes. *Surg Clin North Amer* 2004; 84: 973-1000

56. Evans RM, Ahuja A, Metreweli C. The linear echogenic hilus in cervical lymphadenopathy--a sign of benignity or malignancy? *Clin Radiol* 1993;47:262-4.
57. Ahuja AT, Ying M, Yuen HY ve ark. "Pseudocystic" appearance of non-Hodgkin's lymphomatous nodes: an infrequent finding with high-resolution transducers. *Clin Radiol* 2001; 56:111-115
58. Ahuja AT, Chow L, Chick W, King W, Metreweli C. Metastatic cervical nodes in papillary carcinoma of the thyroid: ultrasound and histological correlation. *Clin Radiol* 1995;50:229-31
59. Ahuja A, Ying M, Yang WT, Evans R, King W, Metreweli C. The use of sonography in differentiating cervical lymphomatous lymph nodes from cervical metastatic lymph nodes. *Clin Radiol* 1996;51:186-90.
60. Bruneton JN, Normand F, Balu-Maestro C et al. Lymphomatous superficial lymph nodes: US detection. *Radiology* 1987;165:233-5.
61. Eisenkraft B.L, Som P.M. The Spectrum of Benign and Malignant Etiologies of Cervical Node Calcification. *AJR*: 172, May 1999
62. Shin L.K, Fischbein J.N, Kaplan M.J, Jeffrey R.B. Metastatic Squamous Cell Carcinoma Presenting as Diffuse and Punctate Cervical Lymph Node Calsifications, *J Ultrasound Med* 2009; 28:1703-1707
63. Ahuja A, Ying M, King W, Metreweli C. A practical approach to ultrasound of cervical lymph nodes. *J Laryngol Otol* 1997;111:245-56
64. Ahuja A, Ying M, Leung SF, Metreweli C. The sonographic appearance and of cervical metastatic nodes following radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma. *Clin Radiol* 1996;51:698-701.
65. Wu S.H, Shih J.C, Chang Y.L, Lee S.Y, Hsieh F.J. Two-Dimensional and Three-Dimensional Power Doppler Sonographic Classification of Vasculer Patterns In Cervical Lymphadenopathies. *J Ultrasoun med* 17:459-464, 1998

66. Wu C.H, Hsu M.M, Chang Y.L,Hsieh F.J, Vascular Pathology of Malignant Cervical Lymphadenopathy, Qualitative and Quantitative Assessment with Power Doppler Ultrasound. *CANCER* September 15, 1998 / Volume 83 / Number 6.S:1189-1193
67. Ahuja A, Ying M. An overview of neck node sonography. *Invest Radiol* 2002 ;37:333-342
68. Giovagnorio F., Galuzzo M, Andreoli C., Cicco M., David V. Color Doppler Sonography in the Evaluation of Superficial Lymphomatous Lymph Nodes. *J Ultrasound Med* 21:403-408, 2002
69. Na DG, Lim HK, Byun HS, et al. Differential Diagnosis of Cervical Lymphadenopathy: Usefulness of Color Doppler Sonography. *AJR* 168 (5): 1311-1316, 1997
70. Tschammler A, Hahn D: Multivariate analysis of the adjustment of the color Duplex unit for the differential diagnosis of lymph node alterations. *Eur Radiol* 9: 1445-1450, 1999
71. Tschammler A, Heuser B, Ott G, Schmitt S, Hahn D: Pathological angioarchitecture in lymph nodes: underlying histopathologic findings. *Ultrasound Med Biol* 26 (7): 1089-97, 2000
72. Adibelli ZH, Unal G, Esen G, Uslu F, Kocak U, Abali Y. Differentiation of benign and malignant cervical lymph nodes: value of B-mode and color Doppler sonography. *Eur J Radiol* 1998; 28:230-234
73. Ahuja A, Ying M. Sonographic evaluation of cervical lymphadenopathy: is power Doppler sonography routinely indicated? *Ultrasound Med Biol* 2003;29:353-9.
74. Mancuso AA, Maceri D, Rice D, Hanafee WN. CT of cervical lymph node cancer. *Am J Roentgenol* 1981; 136:381-385.
75. Mancuso AA, Harnsberger HR, Muraki AS, Stevens MH. Computed tomography of cervical and retropharyngeal lymph nodes: normal anatomy, variants of normal, and application in staging of head and neck cancer. Part II. Pathology. *Radiology* 1983; 148:715-723.

76. Van den Brekel MWM, Stel HV, Castelijns JA, et al. Cervical lymph node metastases: assessing of radiological criteria. *Radiology* 1990; 177:379-384.
77. Friedman M, Roberts N, Kirschenbaum G, Colombo J. Nodal size of metastatic squamous cell carcinoma of the neck. *Laryngoscope* 1993; 103:854-856.
78. Don D, Anzai Y, Lufkin RB, Fu YS, Clcaterra T, Lufkin R. Evaluation of cervical lymph node metastases in squamous cell carcinoma of the head and neck. *Laryngoscope* 1995; 105:669-674.
79. Van den Brekel MWM, Castelijns JA, Stel HV, et al. Detection and characterization of metastatic cervical adenopathy by MR imaging: comparison of different MRI techniques. *J Comput Asist Tomogr* 1990; 144:581-589.
80. Synderman NL, Johnson JT, Schramm VL, Meyers EN, Bedetti CD, Thearle P. Extracapsular spread of carcinoma in cervical lymph nodes. *Cancer* 1985; 56:1597-1599.
81. Mukherji SK, Drane WE, Tart RP, Landau S, Mancuso AA. Comparison of thallium-201 and F-18 FDG-SPECT uptake in squamous cell carcinoma of the head and neck. *Am J Neuroradiol* 1994; 15 (10):1837-1842.
82. Som PM. Detection of metastasis in cervical lymph nodes: CT and MR criteria and differential diagnosis. *Am J Roentgenol* 1992; 158:961-969.
83. Jinkins JR. Computed tomography of the craniocervical lymphatic system: anatomical and functional considerations. *Neuroradiology* 1987; 29:317-326.
84. Som PM. Lymph nodes of the neck. *Radiology* 1987;165:593-600
85. Steinkamp HJ, Hosten N, Richter C, Schedel H, Felix R. Enlarged cervical lymph nodes at helical CT. *Radiology* 1994; 191:795-798.
86. Van den Brekel MWM, Stel HV, van der Valk P, van der Waal I, Meyer CJLM, Snow GB. Micrometastases from squamous cell carcinoma in neck dissection specimens. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1992;249:349-53.

87. Dooms GC, Hricak H, Crooks LE, et al. Magnetic resonanas imaging of the lymph nodes. Comparison with CT. *Radiology* 1984; 153:719-728.
88. Dooms GC, Hricak H, Moseley MR, Bottles K, Fischer MR, Higgens CB. Characterization of lymphadenopathy by magnetic relaxation times. Preliminary results. *Radiology* 1985; 155:691-697.
89. Johnson JT. A surgeon looks at cervical lymph nodes. *Radiology* 1990; 175:607- 610.
90. Jabour BA, Chol Y, Hoh CK, et al. Extracranial head and neck: PET imaging with 2- (F-18) fluoro-2-deoxy-D-glucose and MR imaging correlation. *Radiology* 1993;186:27-35.
91. Rege S, Maass A, Chaiken L, et al. Use of positron emission tomography with fluorodeoxyglucose in patients with head and neck cancers. *Cancer* 1994;73:3047-3058.
92. Anzai Y, Hoh C, Abemayor E, et al. Clinical experience in FDG-PET imaging with PET-MR coregistration in the head and neck cancer (abstract). *ASNR* 1994.
93. Greven KE, William DW, Keyes JW Jr, et al. Positron emission tomography of patients with head and neck carcinoma before and after high dose irradiation. *Cancer* 1994; 74:1355-1359.
94. Graven KM, Willias DW, Keyes JW, et al. Distinguishing tumor recurrence from irradiation sequelae with positron emission tomography in patients treated for laryngeal cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1994; 29:841-845.
95. Yousem DM, Som PM, Hackney DB, Schwaibold F, Hendrix RA (1992) Central nodal necrosis and extracapsular neoplastic spread in cervical lymph nodes: MR imaging versus CT. *Radiology* 1992; 182:753-759.
96. Van den Brekel MW, Stel HV, Castelijns JA, Croll GJ, Snow GB. Lymph node staging in patients with clinically negative neck examinations by ultrasound and ultrasound-guided aspiration cytology. *Am J Surg* 1991;162 (4):362-366.

97. Van den Brekel, Castelijns JA, Stel HV, et al. Occult metastatic neck disease: detection with US and US-guided fine needle aspiration cytology. *Radiology* 1991;180 (2):457-461.
98. Lou S, Kim E, Dighe M, Kim Y. Thyroid nodule classification using Ultrasound elastography via linear discriminant analysis. *Ultrasonics* 2011;51 (4):425-31
99. Gharib H, Goellner JR. Fine-needle aspiration biopsy of the thyroid: an appraisal. *Ann Intern Med* 1993;118 (4):282-9.
100. Lyschik A, Higashi T, Asaro R, et al. Thyroid gland tumor diagnosis at US elastography. *Radiology* 2005; 237: 202-211
101. Cho N, Moon WK, Park JS, et al. Nonpalpable breast masses: evaluation bu US elastography. *Korean J Radiol* 2008; 9:111-118
102. Cochlin DL, Ganatra RH, Griffiths DF. Elastography in the detection of prostatic cancer, *Clin Radiol* 2002; 57:1014-1020
103. Giovanni M, Botelberge T, Bories E, et al. Endoscopic ultrasound elastography for evaluation of lymph nodes and pancreatic masses: a multicenter study. *World J Gastroenterol* 2009; 15:1587-1593
104. Kumar V, Cotran RS, Robbins Sl. *Temel patoloji*. Çeviri editörü: Çevikbaş U Altıncı edisyon. Nobel Kitabevi. 2000; 475–476
105. Tan R, Xiao Y, He Q: *Ultrasoun Elastography: Its Potential Role In Assessment of Cervical Lymphadenopathy*. *Acad Radiol* 2010; 17:849-855
106. Kunwar S.S. Bahatia, Carmen C. M. Cho, Yuen-Hok Yuen, Darshana D. Rasalkar, Ann D. King, and Anil T. Ahuja. *Ultrasound in Med&Biol.*, Vol. 36, No. 12, pp. 1990-1997, 2010

## ÖZET

AMAÇ: Çalışmamızın amacı, servikal lenfadenopatili olguları B-mod ultrasonografi, renkli Doppler ultrasonografi ve US elastografi ile değerlendirerek, US elastografinin etkinliğini ve tanısal değerini araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çalışmamıza Kasım 2010 ve Mart 2011 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı'na boyun ultrasonografi incelemesi için başvuran ve yapılan incelemede lenf nodu saptanan, 168 olguda bulunan 220 lenf nodu dahil edildi.

Benign grupta, Kikuchi lenfadenit (n=2), Rosai-Dorfman hastalığı (n=2), kronik lenfadenit (n=2), infeksiyöz mononükleozis (n=8), granümatöz lenfadenit (n=8), tularemi (n=21) ve akut lenfadenit (n=110) olguları, malign grupta ise lenfoma (n=40) ve metastaz (n=27) olguları vardı. Metastazlar, akciğer adenokarsinomu, akciğer skuamöz hücreli karsinomu, meme kanseri, rabdomyosarkom, ameloblastik fibrosarkom, malign karışık (mixed) germ hücreli tümör, invazif ürotelyal karsinom, baş ve boyun skuamöz hücreli karsinomu idi.

Tüm lenf nodları, gerçek-zamanlı B-mod ve renkli Doppler ultrasonografi ile görüntüledi. Görüntüleme sırasında lenf nodlarının bulunduğu seviye, kısa aks, uzun\kısa aks oranı, hilus varlığı, ekojenitesi, mikrokalsifikasyon varlığı, vaskülariteleri değerlendirildi. Renkli Doppler US`de lenf nodları vaskülarizasyon tiplerine göre 5 gruba ayrıldı. US elastografi incelemesinde lenf nodları içerdikleri sert alan yüzdelere göre skorlandı ve 5 gruba ayrıldı. Her lenf nodundan gerinim



oranı hesaplandı. Lenf nodlarının benign ve malign ayırımında histopatolojik bulgular, klinik ve laboratuvar değerleri ile görüntüleme bulguları referans olarak alındı.

**BULGULAR:** Benign ve malign lenf nodunu ayırt etmede duyarlılık, özgüllük ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, B-mod US %97,%31.4, %51.4, renkli Doppler US %76,1, %82,4, %80,5 ve US elastografi %82.1,%56,%64.1 olarak hesaplanmıştır. ROC (Receiver-operating characteristic curve analysis) eğrisi kullanılarak gerinim oranı için en iyi kesim değeri (cut-off değeri), 1.7 olarak belirlendi. Gerinim oranının duyarlılık, özgüllük, ve doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %71.6,%76.5,%75 olarak hesaplandı.

**SONUÇ:**

US elastografi lenf nodlarının ayırıcı tanısında B-mod ve renkli Doppler ultrasonografi bulgularına katkı sağlayan duyarlılığı yüksek bir tetkiktir.

**Anahtar kelimeler:** Ultrasonografi, US elastografi, lenf nodu

## **SUMMARY**

Elastography has the potential to improve diagnostic accuracy of ultrasound in differentiating benign from malignant lymph nodes of cervical region when used as an adjunct to gray-scale and Doppler US

**PURPOSE:** To search for the usefulness of ultrasound (US) elastography in the evaluation of enlarged cervical lymph nodes in comparison with grayscale and color Doppler US.

**MATERIALS AND METHODS:** From November 2009 to March 2011, 220 lymph nodes (malignant, n=67; benign, n=153) of 170 consecutive patients who were referred for sonography of neck were enrolled into this study. The benign group included 2 cases of Kikuchi lymphadenitis, 2 cases of Rosai-Dorfman disease, 2 cases of chronic lymphadenitis, 8 cases of infectious mononucleosis, 8 cases of granulomatous lymphadenitis, 21 cases of tularemia and 110 cases of acute lymphadenitis. In malignant group, there were 40 cases of lymphoma and 27 cases of metastasis (originated from lung adenocarcinoma and squamous cell carcinoma, breast carcinoma, rhabdomyosarcoma, ameloblastic fibrosarcoma, mixed germ cell tumor, invasive urothelial carcinoma, head and neck squamous cell carcinoma).

Grayscale US images were evaluated according to following criteria; short-axis diameter, long to short axis ratio, hilum, echogenicity and microcalcification. For color Doppler US five different patterns were defined

according to vascularization patterns. Elastographic scores of the lesions were categorized to five main groups according to distribution and percentage of hard area of lymph node. The mean strain index values were calculated for each lymph node. Histopathologic findings, clinical and laboratory data, imaging findings were used as reference standards for the diagnosis of benign and malignant lymph nodes.

**RESULTS:** Sensitivity, specificity and accuracy of grayscale US were 97%, 31.4%, 51.4%, respectively; 76.1%, 82.4%, 80.5% for color Doppler and 82.1%, 56%, 64.1% for US elastography. The strain index was calculated using receiver-operating characteristic curve analysis. When the cut-off value for the differentiation of benign and malignant lymph nodes was accepted as 1.7, sensitivity, specificity and accuracy of the strain index were %71.6, %76, 75% respectively.

**CONCLUSION:** US elastography is a useful additional imaging technique to grayscale and Doppler US in the evaluation of cervical lymphadenopathies.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı** : LEYLA  
**Soyadı** : ACU  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : DİYARBAKIR/22.12.1982  
**Eğitimi** :

**2006 –** Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı / Ankara

**2011 (Mayıs-Haziran)-**Harvard School of Medicine, MGH-Nöroradyoloji,  
Boston/ABD

**1999 – 2006** Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi / Ankara

**2005 – 2006 (Kasım-Mart)** Faculty of Medicine, Charité Universitaetsmedizin,  
Berlin/Almanya

**1995 – 1999** Cumhuriyet Fen Lisesi, Diyarbakır

**Yabancı Dili** : İngilizce, Almanca

**Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar** : Türk Radyoloji Derneği

Avrupa Radyoloji Derneği

**Bilimsel Etkinlikleri** :

1. Tiroid kaynaklı ameloblastik Fibrosarkoma, **Leyla Acu**, Gonca Erbaş, Suna Ö. Oktar, Ulusal Radyoloji Kongresi, Antalya, 2010
2. Kikuchi Fujimoto Hastalığında Akciğer Tutulumu, **Leyla Acu**, Gonca Erbaş, Koray Kılıç, Mehmet Araç. Ulusal Radyoloji Kongresi, Antalya, 2010

3. Çölyak Arter Kompresyon Sendromlu Olguda Farklı Bir Kollateral Yolak, **Leyla Acu**, Gonca Erbaş, Koray Kılıç, Suna Ö. Ohtar. Ulusal Radyoloji Kongresi, Antalya, 2010
4. Benign ve Malign Lenfadenopatilerde B-Mode Sonografi, Renkli Doppler Ultrason ve Sonoelastografi Bulguları **Leyla Acu**, Suna Ö. Ohtar, Cem Yücel, Hakan Özdemir. Ulusal Radyoloji Kongresi, Antalya, 2010
5. Popliteal Arterin Adventisiyel Kistik Hastalığında Perkütan Tedavi, İki Olgu Sunumu, **Leyla Acu**, Nurcan Cerit, Baran Onal, Erhan Ilgıt. Ulusal Radyoloji Kongresi, Antalya, 2009
6. Granülomatöz Mastit: 3 Yıllık Deneyim, Serap Gültekin, Mualla Akdeniz, Kaan Karagülle, **Leyla Acu**. Ulusal Radyoloji Kongresi, Antalya, 2008