

# PET/BT ENTEGRASYONUNUN KLİNİK KULLANIMA ETKİSİ

## CLINICAL BENEFITS OF PET/CT INTEGRATION

**Erkan Vardareli**

Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

**e-mail:** evardareli@asg.com.tr

DOI:10.5152/tcb.2015.058

### Özet

Pozitron emisyon tomografisi-Bilgisayarlı tomografi (PET/BT) entegrasyonu onkolojik hastaların değerlendirilmesinde pek çok yararlar sağlamaktadır. Atenuasyon düzeltmesinin BT ile yapılması inceleme süresinin kılmasına yol açmaktadır. Akciğer kitlelerinin tanısı, evreleme, yeniden evreleme ve radyoterapi planlamasında füzyon görüntüleri ile duyarlılık ve özgünlükte önemli artışlar sağlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** PET/BT, akciğer kanserleri, F-18 FDG

### Abstract

The integration of PET and CT has a lot of benefits the evaluation of oncologic patients. CT based attenuation correction is lead to shorter investigation time of PET/CT scan. There are significant improvement of sensitivity and specificity of diagnosis, staging, re-staging and radiotherapy planning in patient with lung carcinoma by PET/CT hybrid imaging.

**Keywords:** PET/CT, lung carcinoma, F-18 FDG

### GİRİŞ

2000'li yıllarda dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde de pozitron emisyon tomografisi (PET), klinik uygulama alanına girmiştir. Bu yıllarda flor 18 ile işaretli fluorodeoxyglukoz'un (FDG) FDA onayı ile birlikte onkoloji pratiğinde artan hasta sayılarına ulaşılmıştır. Akciğer maligniteleri ilk baştan beri PET görüntülemenin yoğun ilgisi içerisinde olup, günümüzde gerek tanı, gerekse evreleme, yeniden evreleme ve tedavi tanıtının değerlendirilmesinde önemli bilgi birikimi elde edilmiştir.

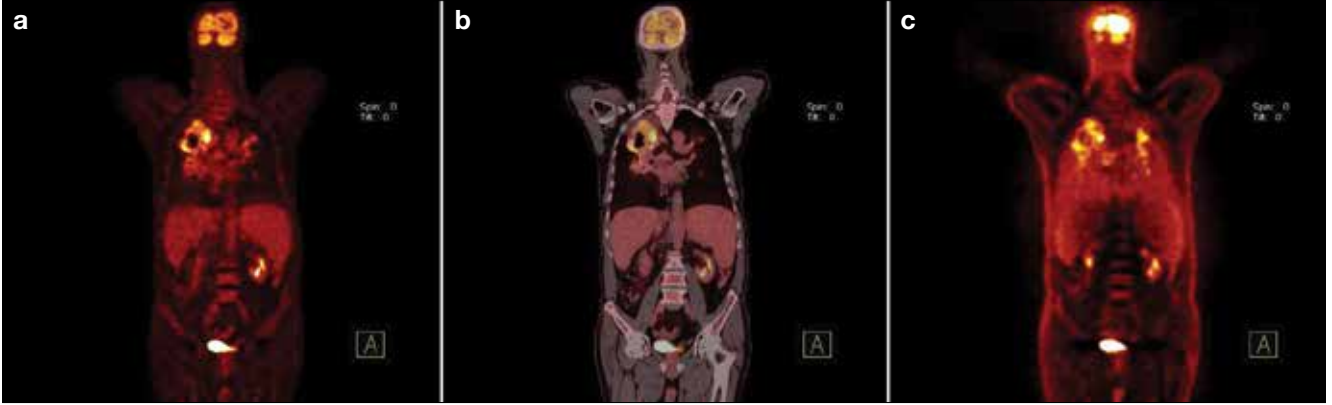
Pozitron emisyon tomografisi, bilindiği gibi metabolik bir görüntüleme yöntemi olup, radyofarmasötik olarak FDG kullanıldığında glukoz metabolizması hakkında bilgi vermektedir. Bu çok önemli biyolojik bilgi, anatomik görüntüler ile birleştirildiğinde ise klinik yararlılık bir kat daha artmakta, hem morfolojisi hem de metabolizması görüntülenen lezyonların tanınma değeri yükselmektedir. Bu gerçekten hareketle, 2000'li yılların ortalarında PET ile bilgisayarlı tomografinin (BT) birleştirildiği cihazlar kullanılmaya başlamıştır.

Bu incelemede, moleküler görüntüleme kullanılan ilk hibrid görüntüleme cihazı olan pozitron emisyon

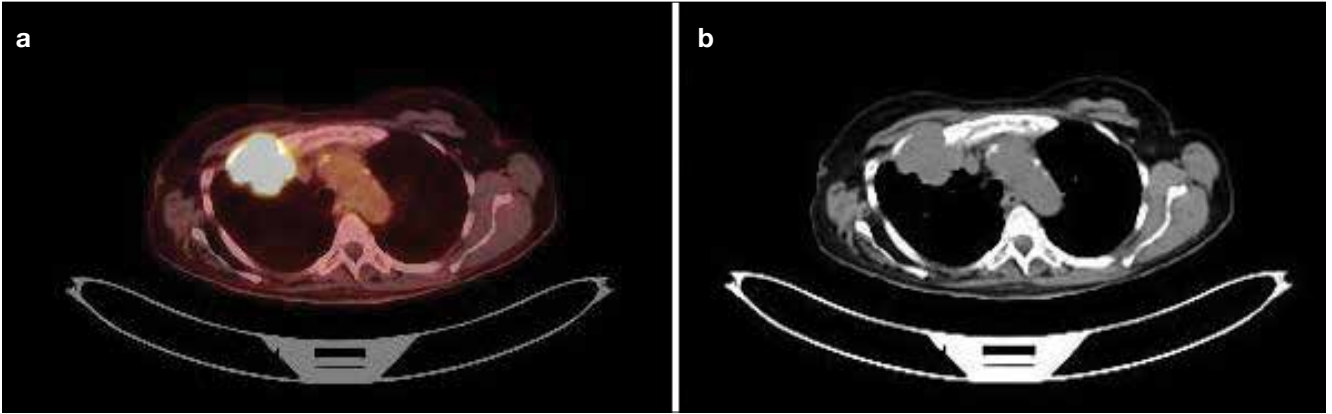
tomografisi/bilgisayarlı tomografi (PET/BT) entegrasyonunun etkisi değerlendirilmiş olup, klinik yararlılık ve katkısı aktarılmaya çalışılmıştır.

### İNCELEME SÜRESİNİN KISALMASI

Pozitron emisyon tomografisi tekniğinde radyonüklidlerden yayınlanan pozitif yüklü pozitronun en yakındaki elektronla birleşmesi sonucunda yok olurken, ortaya birbirine zıt yönde hareket eden iki gama fotonunun ortaya çıkması yatmaktadır. Görüntüleme, bu fotonların birbirine eş ya da çok yakın zaman süreci içerisinde zıt yöndeki detektörler tarafından algılanması esasına dayanmaktadır. Ancak radyasyonun madde ile etkileşimleri ve vücut içerisindeki saçılmalar bu görüntülerde artefaktlar ve gürültüye neden olmaktadır. Bu tür problemlere yol açan teknik detaylardan en önemlisi atenuasyon'dur. Bir ya da her iki gama fotonu da organizma içerisinde saçılmaya uğradığında ve farklı detektörler tarafından algılandığında görüntüde kirliliğe yol açacaktır. Yumuşak dokunun her santimetresinde fotonların yaklaşık %10 kadarının saçılmaya uğradığını görmekteyiz (Şekil 1).



**Şekil 1. a-c.** (a) atenuasyon düzeltmesi yapılmış PET görüntüsü, (b) füzyon görüntüsü, (c) atenuasyon düzeltmesi yapılmamış PET görüntüsü



**Şekil 2. a, b.** Sağ akciğerde izlenen kitle lezyonu yoğun FDG tutulumu göstermektedir

Atenuasyon düzeltmesi eski jenerasyon konvansiyonel PET cihazlarında Germanyum (Ge)-68 kaynakları ile transmisyon görüntüleri alınması suretiyle yapılmaktaydı. Bu sistemlerde her yatak pozisyonunda yaklaşık 3 dakikalık transmisyon görüntüsü alınması hem toplam tetkik süresini uzatmakta, hem de nefes alıp verme ile ilgili hareket artefaktlarının oluşmasına yol açmakta idi.

Pozitron emisyon tomografisi cihazlarının BT ile kombine edilmesi sonrasında atenuasyon düzeltmesi, BT görüntülerinin kullanılmasıyla yapılmaya başlamıştır. Böylece solunum artefaktından minimum düzeyde etkilenen ve tüm vücut için çok hızlı transmisyon görüntüleri alınması mümkün olmuştur. Konvansiyonel PET cihazları ile 60-80 dakika süren bir görüntüleme, günümüzde PET/BT cihazları ile 15-25 dakikada tamamlanabilmektedir.

## AKCİĞER KİTLELERİNDE TANI

Akciğer hastalıklarının tanısında BT öncelikle uygulanan tanı yöntemidir. Gerek mediasteninin gerekse akciğer parenkiminin değerlendirilmesinde önemli

katkıları sağlamakta, lezyonların morfolojik özellikleri ile tanıya ulaşmada bilgiler vermektedir. Lezyonların boyutları ile anatomik görünüşleri ile yapılan değerlendirmelerin duyarlılığı ve özgüllüğü yapılan çalışmalarda orta düzeylerde bulunmuştur.

Pozitron emisyon tomografisi ile elde edilen metabolik bilginin BT'nin verdiği anatomik detaya eklenmesi ile malign akciğer kitlelerinde tanisal duyarlılık ve özgüllük %94 ve %90'a yükselmiştir. Aynı çalışmada bu değerler BT için %78 ve %80 olarak bildirilmektedir (1). BT'nin PET ile kombinasyonu sonucunda anatomik bilginin daha yüksek doğrulukla belirlenmesi ve hipermetabolik olarak gözlenen lezyonların anatomik karşılıklarının da gözlenmesi tanisal doğruluğu arttırmakta ve PET/BT doğruluğu yalnızca PET ve BT'ye oranla daha yüksek olarak ifade edilmektedir (Şekil 2).

BT ile gözlenen konsolidasyon alanlarının örttüğü lezyonların belirlenmesi de PET ile mümkün olabilmektedir. Özellikle postobstruktif atelektazilerin ve enfeksiyonun yol açtığı konsolidasyonlar ile kitle lezyonunun gerçek boyutlarının belirlenmesi hem tedavi yaklaşımında hem de tedavi yanıtının değerlendirilmesinde önemlidir.

Yanısıra malign ve benign plevral effüzyonların ayırtedilmesinde PET/BT görüntülemeye semi kantitatif analiz yöntemlerinin kullanılması ile duyarlılık %81, özgüllük ise %74 olarak bildirilmiştir. Ondört çalışmada 407 hastanın değerlendirildiği bu meta analizde PET/BT değerlendirmesi yalnızca PET görüntülemeye oranla daha yüksek doğrulukta bildirilmiştir (2).

## AKCİĞER KANSERLERİNDE EVRELEME VE YENİDEN EVRELEME

Akciğer kanserleri saptandığı anda öncelikle evrelemesinin yapılması onkolojik tedavinin temelini teşkil etmektedir. Tümör boyutlarına ve çevre dokuya invazyona göre T evrelemesi yapılmaktadır. PET/BT'nin plevral invazyonu belirlemesindeki duyarlılık ve özgüllük %70 ila %95 arasında bildirilmektedir. T evrelemesinde PET/BT'nin bazı anatomik lokalizasyonlardaki zorluklar, mikroskopik hastalığın gözden kaçırılması veya düşük FDG affinitesi olan tümörler gibi limitasyonları bulunmakla beraber BT ile elde edilen morfolojik bilgilerle yapılan evrelemenin doğruluğu %68, PET/BT ile yapılan T evrelemesinin ise doğruluğu %86 olarak bildirilmiştir (3).

Mediastinal lenf nodlarının evrelemesinde de yalnızca BT ile duyarlılık %70, özgüllük %69 ve doğruluk %69 olarak bildirilirken, PET/BT ile bu oranlar %85, %84 ve %84 olarak gözlenmektedir (4). BT ile kısa eksen çapının 1 cm üzerine çıkmasının kriter olarak alındığı durumlarda PET ile pek çok olguda gözlenen metastatik invazyon, morfolojik olarak gözden kaçabilmektedir. Yalnızca PET ya da BT ile yapılan nodal evrelemeye oranla PET/BT doğruluğu %20 oranında daha yüksektir (5). Nodal evreleme cerrahi kararının verilmesinde büyük önem taşımakta olup, PET/BT ile negatif prediktif değerinde oldukça yüksek olduğu bilin-

mektedir. Dolayısıyla mediastinal lenf nodlarında FDG negatif olgularda yüksek güvenilirlikte nodal evreleme yapılmış olup, ek incelemeye gerek kalmaksızın cerrahi uygulanmaktadır (6).

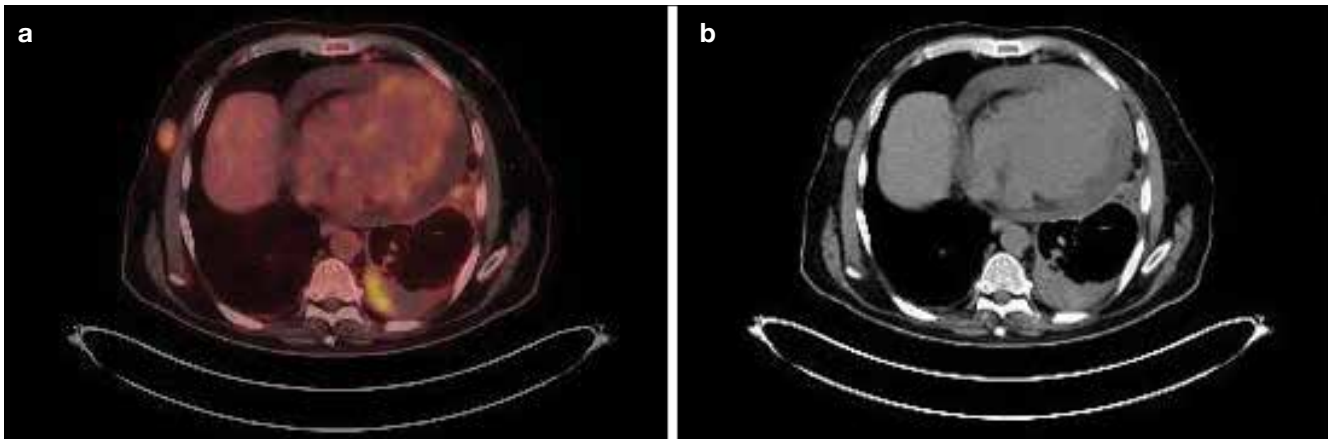
Uzak metastazların varlığının belirlenmesi de tedavinin yönlendirilmesinde önem taşımakta, hastalığı evre IV olarak belirlemektedir. Küçük hücreli dışı akciğer kanserlerinde en sık görülen metastazlar sürrenal glandlar, iskelet, beyin ve karaciğerde yerleşmektedir. Sürrenal kitlelerinde BT ile yağ içeriği ve büyüklüğü net olarak değerlendirilebilirken, lezyonlardaki FDG tutulum yoğunluğu adenom ve metastaz ayırıcı tanısında önemli klinik bilgiler sağlamaktadır. Li ve arkadaşları tarafından yapılan bir meta analizde PET/BT ile uzak metastazların belirlenmesinde duyarlılık %93, özgüllük %96 olarak görülmektedir (Şekil 3) (7).

Gerek primer lezyonda, gerek mediastinal lenf nodları gerekse uzak metastazların tedavi yanıtının değerlendirilmesinde de yalnızca anatomik ya da metabolik görüntüler değil, PET/BT ile elde edilen hibrid bilgiler önemli prognostik kriterler olarak değerlendirilebilmektedir (8).

## RADYOTERAPİ PLANLAMA

Akciğer patolojilerinde radyoterapi uygulaması sıklıkla uygulanmakta, gerek primer lezyon, gerekse mediastinal lenf nodları ve metastatik lezyonlar kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır.

Tümör volümünün hesaplanması, yalnızca BT bulguları ile değil ama aynı zamanda PET görüntüleri ile de yapıldığında belirlenen konturların gerçeğe daha yakın olduğu bilinmektedir. Olabildiğince küçük alan ışınlanmasının amaçlandığı ve normal dokuların radyasyondan etkilenmemesi için yapılan uğraşlarda PET/BT görüntüleri yararlı olmaktadır. PET ile belirlenmiş



**Şekil 3. a, b.** Sağda cilt altında metastatik nodül. Bütün vücutta PET/BT ile alışılmadık yerleşimli metastatik lezyonların saptanması yüksek doğrulukla yapılabilmektedir

hedef alanları ile PET ile belirlenmeyenler arasında anlamlı volüm farklılıkları ortaya çıkmaktadır (9). Zheng ve arkadaşlarının çalışmasında hastaların %60 kadarında tedavi volümünün %10'dan daha fazla değiştiği görülmektedir (10).

## PET/BT GÖRÜNTÜLEMEDE MORFOLOJİK BİLGİ

PET/BT uygulamasında BT görüntüleme öncelikle atenuasyon düzeltmesi ve anatomik haritalama amacı ile kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan BT dozu genelde düşük düzeyde olup, hastanın mümkün olan en az radyasyon dozu alması sağlanmaktadır. PET görüntüleme nefes tutma olanağı olmadığı için PET ve BT görüntülerinin füzyonunda kaymalara neden olmaması için BT görüntüleme de nefes tutmadan yapılmaktadır. Ayrıca intravenöz kontrast madde kullanımını da çeşitli teknik sorunlara yol açtığı için tercih edilmemektedir. Tüm bu faktörlere bağlı olarak elde edilen BT görüntüleri düşük kalitede olmaktadır. Özellikle akciğer patolojilerinde daha önceden kontrastlı BT uygulanmış olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu durum bir handikap oluşturmamaktadır.

Açık radyoaktif kaynakların kullanıldığı PET/BT, temel olarak bir Nükleer Tıp disiplini olmakla birlikte tüm vücut incelemede BT ile elde edilmiş olan morfolojik bilgilerin belirtilmesi hasta yararına olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. He YQ, Gong HL, Deng YF, Li WM. Diagnostic efficacy of PET and PET/ CT for recurrent lung cancer: a meta analysis. *Acta Radiol* 2014;55:309-17. [\[CrossRef\]](#)
2. Porcel JM, Hernandez P, Martinez-Alonso M, Bielsa S, Salud A. Accuracy of FDG-PET for differentiating benign from malignant pleural effusions: A meta-analysis. *Chest* 2015;147:502-12. [\[CrossRef\]](#)
3. Gallamini A, Zwarthoed C, Borra A. Positron emission tomography (PET) in oncology. *Cancers* 2014;1821-89. [\[CrossRef\]](#)
4. Bille A, Pelosi E, Skanjeti A, et al. Preoperative lymph node staging in patients with non-small-cell lung cancer: Accuracy of integrated positron emission and computed tomography. *Eur J Cardiothoracic Surg* 2009;36:440-5. [\[CrossRef\]](#)
5. Lardinosis D, Weder W, Hany TF, et al. Staging of non-small cell lung cancer with integrated positron-emission tomography and computed tomography. *N Eng J Med* 2003;348:2500-7. [\[CrossRef\]](#)
6. Cerfolio RJ, Ojha B, Bryant AS, Raquveer V, Mauntz JM, Bartolucci AA. The accuracy of integrated PET-CT compared with dedicated PET alone for the staging of patients with non-small cell lung cancer. *Ann Thorac Surg* 2004;78:1017-23. [\[CrossRef\]](#)
7. Li J, Xu W, Kong F, Sun X, Zuo X. Meta-analysis: accuracy of 18FDG PET-CT for distant metastasis staging in lung cancer patients. *Surg Oncol* 2013 Sep;22(3):151-5. [\[CrossRef\]](#)
8. Ziai D, Wagner T, El Badaui A, et al. Therapy response evaluation with FDG-PET/CT in small cell lung cancer: a prognostic and comparison study of the PERCIST and EORTC criteria. *Cancer Imaging* 2013;13:73-80. [\[CrossRef\]](#)
9. MacManus MP, Hicks RJ. The role of positron emission tomography/computed tomography in radiation therapy planning for patients with lung cancer. *Semin Nucl Med* 2012;42:308-19. [\[CrossRef\]](#)
10. Zheng Y, Sun X, Wang J, et al. FDG-PET/CT imaging for tumor staging and definition of tumor volumes in radiation treatment planning in non-small cell lung cancer. *Oncol Lett* 2014;7:1015-20. [\[CrossRef\]](#)